UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1951 N° 134

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES Eaux minérales de Busqueilles en QUERCY

## THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ

(Mention Pharmacie)

*Présentée et soutenue publiquement en Juin 1951*

PAR

MICHEL GINESTE

*Pharmacien*

MEMBRES DU JURY

| | | |
|---|---|---|
| MM. | BRUSTIER | *Président* |
| | BLANC | *Assesseurs* |
| | BOUISSET | |
| | AUVERGNAT | |
| | ASTRE | *Suppléant* |

IMPRIMERIE DU SUD
24, RUE DE NÉGRENEYS
TOULOUSE

1951

**M. Michel GINESTE.**

Contribution à l'étude des Eaux minérales de Busqueilles en Quercy.

Toulouse, Imp. du Sud, 1951, in-8° 120 pages.

(*Thèse Pharmacie, Toulouse,* 1951, n. 134).

**M. Michel GINESTE.**

Contribution à l'étude des Eaux minérales de Busqueilles en Quercy.

Toulouse, Imp. du Sud, 1951, in-8° 120 pages.

(*Thèse Pharmacie, Toulouse,* 1951, n. 134).

**M. Michel GINESTE.**

Contribution à l'étude des Eaux minérales de Busqueilles en Quercy.

Toulouse, Imp. du Sud, 1951, in-8° 120 pages.

(*Thèse Pharmacie, Toulouse,* 1951, n. 134).

**M. Michel GINESTE.**

Contribution à l'étude des Eaux minérales de Busqueilles en Quercy.

Toulouse, Imp. du Sud, 1951, in-8°, 120 pages.

(*Thèse Pharmacie, Toulouse,* 1951. n. 134).

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549605_0056

# Contribution à l'Étude des Eaux minérales de Busqueilles en Quercy

**UNIVERSITÉ DE TOULOUSE**

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1951 N° 134

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES Eaux minérales de Busqueilles en QUERCY

## THÈSE

**POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ**

**(Mention Pharmacie)**

*Présentée et soutenue publiquement en Juin 1951*

PAR

**MICHEL GINESTE**

*Pharmacien*

MEMBRES DU JURY

| | |
|---|---|
| MM. BRUSTIER | *Président* |
| BLANC, BOUISSET, AUVERGNAT | *Assesseurs* |
| ASTRE | *Suppléant* |

IMPRIMERIE DU SUD
24, RUE DE NÉGRENEYS
TOULOUSE

1951

# UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

## FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

### TABLEAU DU PERSONNEL

| | |
|---|---|
| Doyen | MM. LEFEBVRE |
| Assesseur | BRUSTIER |
| Doyens honoraires | GORSE - CALVET |

### Professeurs honoraires

MM. RISPAL — M. MERIEL — MM. RIBAUT
LAFFORGUE — SERR

### Professeurs

| | |
|---|---|
| Clinique de Neurologie et Psychiatrie | MM. RISER |
| Clinique médicale | TAPIE, ROQUES |
| Clinique obstétricale | GUILHEM |
| Physiologie | SOULA |
| Clinique chirurgicale et du Cancer | DUCUING |
| Physique biologique et médicale | BUGNARD |
| Clinique des Maladies cutanées et syphilitiques | NANTA |
| Chimie et Toxicologie | BRUSTIER |
| Pathologie générale et Médecine expérimentale | SENDRAIL |
| Clinique chirurgicale et gynécologie | LEFEBVRE |
| Anatomie | LAZORTHES |
| Histoire naturelle | DELAS |
| Clinique médicale infantile et Puériculture | SOREL R. |
| Pharmacie | CAUJOLLE |
| Pathologie interne et clinique des maladies de la tuberculose | MOREL |
| Bactériologie, Hygiène et Médecine sociale | ANDRIEU |
| Clinique chirurgicale infantile et Orthopédie | VIRENQUE |
| Clinique des maladies des voies urinaires | FABRE Pierre |
| Matière médicale | VINCENT |
| Hydrologie thérapeutique et Climatologie | MERIEL |
| Anatomie pathologique | FABRE Jacques |
| Clinique d'O.-R.-L. et de chirurgie maxillo-faciale | CALVET |
| Clinique ophtalmologique | CALMETTES |
| Chimie biologique | VALDIGUIE |
| Médecine légale et du travail | PLANQUES |
| Histologie et Embryologie | BROUSSY |
| Médecine sociale | BOUNHOURE |
| Thérapeutique | GADRAT |
| Pathologie chirurgicale | GRIMOUD |
| Stomatologie | CADENAT |

### Professeurs sans Chaire

| | |
|---|---|
| Anatomie | MM. COULOUMA |
| Physiologie | BAISSET M. |

### Maîtres de Conférences agrégés

| | |
|---|---|
| Anatomie | MM. POULHES |
| Histologie | BIMES |
| Sciences Naturelles | BOUISSET |
| Bactériologie | Mme ENJALBERT |
| Chimie biologique | MM. POLONOVSKI |
| Physique Médicale | AUVERGNAT |
| Médecine (MM. DARNAUD, GERAUD, DARDENNE, LAPORTE, BAUDOT.) | Chirurgie (MM. RIEUNAU, DIEULAFE, DAMBRIN P.) |
| Ophtalmologie | DEODATI |
| Physique Médicale | MARQUES |
| Obstétrique | PONTONNIER |
| Pharmacie | COUTURIER |
| Chimie générale pharmaceutique | BLANC |
| Botanique | Mme DULUCQ-MATHOU |
| O. R. L. | MM. CLAUX |
| Urologie | LHEZ |

### Cours Complémentaires

| | |
|---|---|
| Cours d'obstétrique aux élèves Sages-Femmes | MM. GUILHEM |
| Chimie biologique | DOUSTE-BLAZY |
| Chimie minerale | BLANC |
| Physique pharmaceutique | AUVERGNAT |
| Dermatologie et Syphiligraphie | BAZEX |
| Législation pharmaceutique | BOUISSET |
| Tuberculose | MOREL |
| Chirurgie pulmonaire | DAMBRIN P. |
| Parasitologie | BAUDOT |
| Cryptogamie | Mme DULUCQ-MATHOU |
| Chimie analytique | MM. BLANC |
| Hydrologie et Géologie | ASTRE |
| Anatomie médico-chirurgicale | THOMAS |
| Pharmacodynamie (Etudiants en Médecine) | BAISSET |
| Pharmacodynamie (Etudiants en Parmacie) | CAUJOLLE |
| Bactériologie et Hygiène | LAPORTE |
| Urologie | LHEZ |
| Ophtalmologie | DEODATI |
| Neuro-Chirurgie | LAZORTHES |
| Mycologie | MORQUER |
| Psychiatrie | GAYRAL |
| Oto-Rhino-Laryngologie | CLAUX |
| Secrétaire de la Faculté | ARGILAS |

UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats. (Délibération en date du 12 Mai 1891)

A LA MEMOIRE DE MA MERE

Prématurément enlevée à mon affection.

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

A MON PERE

*Pharmacien,*
*Chevalier de la Légion d'honneur*
*Croix de guerre* 1914-1918

Modeste témoignage de ma profonde affection.
Puisse ce travail lui exprimer ma gratitude pour ses judicieux conseils prodigués tout au long de mes recherches.

A MA SŒUR

A MON FRERE ET A MA BELLE-SŒUR

A MON COUSIN Pierre GINESTE ET AUX SIENS

En reconnaissance de leur accueil si familial durant mes études.

A MA FAMILLE

A MES AMIS

## A NOTRE PRESIDENT DE THESE :

### Monsieur le Professeur BRUSTIER

*Assesseur du Doyen de la Faculté*
*de Médecine et de Pharmacie*
*Professeur de Chimie et de Toxicologie*
*Inspecteur Principal des Pharmacies*
*Officier de la Légion d'honneur*

En témoignage de notre vive reconnaissance pour les encouragements et les conseils qu'il nous a prodigués dans la conduite de nos recherches, et le grand honneur qu'il nous fait d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Nous sommes heureux de lui exprimer ici nos remerciements les plus respectueux.

## A NOTRE JURY DE THESE :

### Monsieur le Professeur BLANC

*Maître de Conférences Agrégé*
*Pharmacien-chef du Centre Hospitalier Régional de Toulouse*

Avec notre profonde gratitude pour le bienveillant accueil qu'il nous a toujours réservé, et l'intérêt qu'il a bien voulu nous témoigner.

### Monsieur le Professeur BOUISSET

*Maître de Conférences Agrégé*
*Chevalier de la Légion d'honneur*

En respectueux hommage pour la faveur qu'il nous fait de siéger dans notre jury de thèse.

### Monsieur le Professeur AUVERGNAT

*Maître de Conférences Agrégé*

En témoignage de sincère reconnaissance pour l'aide précieuse qu'il a eu l'obligeance de nous apporter.

### Monsieur ASTRE

*Maître de Recherches au C. N. R. S.*
*Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle*
*Chargé de Cours à la Faculté*

En remerciement des judicieux conseils qu'il a bien voulu nous prodiguer avec tant d'amabilité et de sollicitude.

A Monsieur le Professeur BRUNAUD

*Professeur de Physiologie*
*à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse*

En témoignage de profonde reconnaissance pour ses conseils prodigués avec une si grande bienveillance.

A MES AMIS :

P. BERTRAND

*Assistant à la Faculté*

et

P. VEREZ

*Chef de laboratoire de Clinique médicale à la Faculté*

Témoignage de reconnaissance pour leur aide si amicale et précieuse.

A MES MAITRES
DE LA FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
DE TOULOUSE

A LA MEMOIRE DU Docteur Laurent AYROLES

(1873-1948)

*Maire de Bretenoux*
*Conseiller général du Lot*
*Chevalier de la Légion d'honneur*

# INTRODUCTION

*Grâce à la variété et au pittoresque de ses sites, le département du Lot s'est acquis une renommée que la diversité de ses sources minérales mériterait de parfaire encore.*

*Nombreuses et différentes sont en effet les eaux thermales du département, eaux sulfatées calciques, magnésiennes, sulfurées, oligométalliques; toutes, peu étudiées, jouissant cependant d'une renommée locale, permettant aux habitants voisins de faire une cure profitable pour ainsi dire à domicile.*

*BUSQUEILLES ! Ce nom évoque depuis un passé lointain dans l'esprit des habitants de la région de Saint-Céré - Bretenoux, l'existence d'une source bienfaisante, aux multiples vertus.*

*Médecins, pharmaciens, ingénieurs, agents d'affaires, syndicats d'initiative, se sont intéressés au développement de cette source. Ils ont établi de très beaux projets d'établissement thermal, d'hôtels saisonniers, de casino, et même d'autostrade s'étendant au pied de la forteresse féodale de Castelnau, dans cette belle plaine de la Dordogne qui rivalise avec les terrains les plus fertiles de France.*

*Intéressé par cette source, et encouragé par le regretté Docteur Ayroles, nous en avons repris l'étude.*

*Nous avons cherché quelques documents relatifs à l'histoire de la région et étudié la composition ainsi que les propriétés thérapeutiques de cette eau minérale.*

*Notre travail comporte trois parties :*

*La première comprend l'historique de la source de Busqueilles, la situation géographique, géologique et climatique de la région.*

*Au cours de nos travaux nous avons cru nécessaire d'aborder l'étude de l'hydrogéologie du département du Lot, qui*

*nous a permis de classer les eaux minérales de cette contrée selon leurs terrains d'émersion. Ce chapitre se place au début de notre ouvrage.*

*Dans la deuxième partie, nous rapportons les résultats des analyses chimique, physique et spectrographique de l'eau.*

*Enfin l'étude de quelques-uns des effets physiologiques de l'eau de Busqueilles, précédée d'observations cliniques, constitue la troisième et dernière partie de notre travail.*

# PREMIÈRE PARTIE

## CONDITIONS NATURELLES DES EAUX DE BUSQUEILLES

— ETUDE HYDROGEOLOGIQUE SOMMAIRE DU DEPARTEMENT DU LOT. SES SOURCES MINERALES.

— HISTORIQUE DE LA SOURCE DE BUSQUEILLES.

— SITUATION GEOGRAPHIQUE.

— SITUATION GEOLOGIQUE.

— SITUATION CLIMATIQUE.

CHAPITRE PREMIER

## Étude hydrogéologique du département du Lot

## Ses sources minérales.

### *ETUDE HYDROGEOLOGIQUE*

La situation de la Source de Busqueilles, émergeant dans un terrain d'alluvions de la vallée de la Bave, aux confins de deux régions bien différentes au point de vue géographique, mais surtout géologique, nous a incité à étudier d'une façon particulière les principales zones géologiques constituant le département du Lot.

Elles se présentent en bandes assez régulières, dont chacune possède ses caractères propres. L'étude des terrains nous donnera les raisons des différents régimes aquifères : sources, émergences, circulations souterraines et résurgences, ainsi que l'origine de la composition des sources minérales qui s'y trouvent (2).

Le département du Lot tire son nom d'une des deux grandes rivières qui le traversent de l'est à l'ouest, le Lot et la Dordogne. Il compte de nombreuses sources d'eaux minérales, jaillissant dans les terrains primaires, triasiques et jurassiques. Pline disait déjà :

« Tales sunt aquæ qualis terra per quam fluunt » (38).

La diversité des composés minéraux que l'on rencontre dans les différentes couches géologiques est suffisante pour expliquer par de simples actions physico-chimiques, sous l'influence de l'immence surface de contact et du temps, la présence des sels minéraux qui se trouvent dans ces eaux. Le sulfate, le chlorure de sodium se trouvent tout formés dans le sein de la terre. Le sulfate de magnésie provient de la décomposition des bancs de dolomie mélangés au calcaire par l'infiltration d'eau chargée de sulfate de chaux. Le chlo-

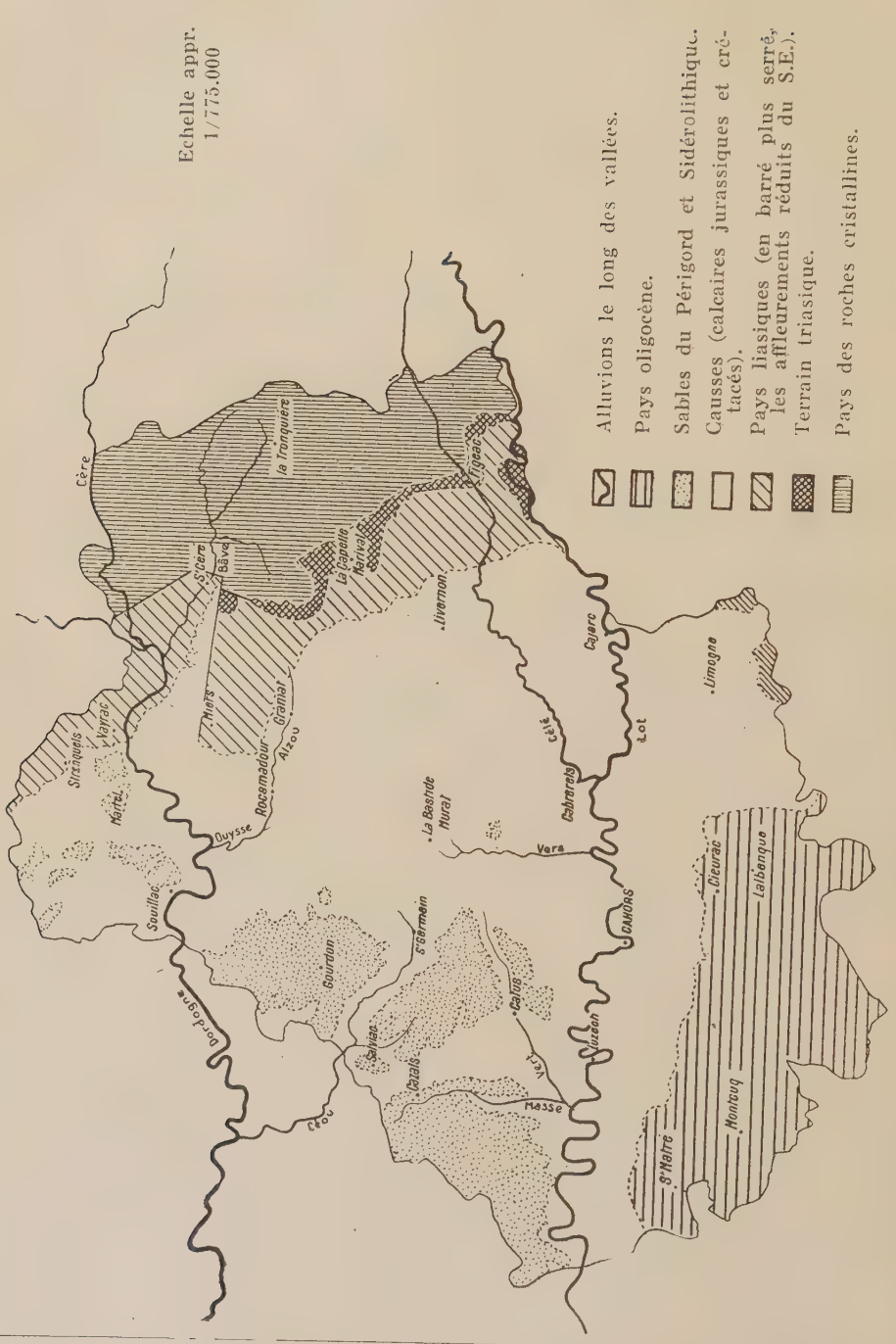


Figure 1. — CARTE DES REGIONS HYDROGEOLOGIQUES DU DEPARTEMENT DU LOT, par G. ASTRE.

rure de magnésium provient d'un dépôt laissé par la mer. Seuls les gaz rares restent les témoins impassibles de cette évolution.

Ces eaux sont froides, c'est-à-dire à la température moyenne du sol à une faible profondeur : eaux de surface comme toutes les eaux sulfatées et bicarbonatées calciques et à débit peu élevé en général.

Leur action est connue depuis très longtemps et toutes les sources minérales du Lot ont joui d'une certaine renommée locale; quelques-unes seulement ont été étudiées et ont reçu un aménagement approprié pour leur exploitation et pour la commodité des buveurs.

D'après leur composition chimique, nous pouvons classer les eaux minérales de notre région en :

— Eaux bicarbonatées calciques faibles;
— Eaux sulfatées calciques, sodiques et magnésiennes;
— Eaux sulfatées calciques, sodiques, chlorurées magnésiennes.

Les eaux les plus connues dans le département et actuellement exploitées d'une façon rationnelle sont les eaux de Saint-Martial et celles de Miers. La voix populaire apparente presque toutes les autres à ces dernières, bien qu'elles s'en distinguent par leur minéralisation. Cette différence est exprimée lorsqu'on dit que l'eau de Miers pèse quelques grains de blé de plus — le grain de blé, classificateur des sources — formule imprécise qui montre combien le précieux grain a conservé sa valeur mystique depuis la légende mythologique du don de Déméter.

La constitution géologique du département du Lot est très variée. A partir de formations archéennes, on y rencontre successivement des formations appartenant aux ères primaire, secondaire et tertiaire. Ces couches successives apparaissent sensiblement dans leur ordre naturel, si on descend la pente suivant laquelle il est incliné du nord-est au sud-ouest (14). Aussi peut-on définir d'une façon à peu près complète son système hydrogéologique.

La partie la plus orientale du département est constituée par les derniers contreforts du Massif Central, formés de roches cristallines ou granitiques et de roches schisteuses. Ces terrains primitifs constitués de granits, de gneiss, de mica-schistes, forment la région qui porte le nom de *Ségala*. Elle confronte aux départements de la Corrèze, du Cantal, de l'Aveyron.

Les mouvements du sol qui ont donné naissance à la

chaîne hercynienne ont eu comme conséquence l'émersion d'une région recouverte pendant la période carbonifère d'une riche végétation uniquement composée de plantes sans fleurs, cryptogames vasculaires : fougères, prèles, mousses, lycopodes et algues. Il en est résulté la formation d'un bassin houiller assez étendu entre Figeac, Saint-Perdoux et Lacapelle-Marival (47).

Suivant leur situation topographique, les terres formées sur les massifs granitiques, par suite de la « kaolinisation » des feldspaths et de la « ferratisation » des micas, sont des arènes, c'est-à-dire des sables argileux dans lesquels l'argile se présente sous la forme cristalline de kaolinite. Ces terres perméables sont totalement dépourvues de chaux et supportent en général la végétation des sols acides : fougères, bruyères, digitales, genêts, ajoncs épineux, châtaigniers, bouleaux, hêtres, ainsi que la culture du seigle, du sarrasin et de la pomme de terre (2).

Aux terrains éruptifs des massifs primaires sont associés des terrains métamorphiques ou cristallophylliens, dont les principaux sont les micaschistes ou schistes cristallins, qui s'altèrent en surface pour donner eux aussi des sols dépourvus de chaux et appartenant à ceux que l'agronome français DE GASPARIN appelait des glaises meubles.

Le Ségala est parcouru de petits ruisselets qui « courent à la surface du sol » et dénotent ainsi de l'imperméabilité des terrains sousjacents. Son caractère hydrologique est la dissémination des sources à faible débit; en maints endroits on trouve de l'eau, mais peu abondante pour les agglomérations. A noter quelques sources plus importantes, comme celles de Terrou, de Saint-Paul-de-Vern, de Saint-Cirgues, dues à des veines aquifères qui se sont formées dans des failles de schistes cristallins provenant des fissures du sol et qui ont permis d'amener des eaux, non seulement de pénétration locale, mais de remontée plus lointaine (2).

Le massif hercynien est limité par une bande assez étroite de terres triasiques, souvent hachée de failles, qui commence à Saint-Céré, se dirige vers Lacapelle-Marival et Figeac. Elle est constituée par des arkoses, des grès bigarrés, des marnes irisées et des calcaires.

A deux kilomètres de Lacapelle-Marival jaillit la source « du Bois Bordet », « du sein même des roches de mélaphyres ». Cette eau très pure, étudiée par le Dr CADIERGUES, classée parmi les eaux à faible minéralisation, a été comparée aux eaux d'Evian, Thonon, etc... (9).

Les terrains de l'ère secondaire forment la plus grande partie du département, car à cette époque la mer s'étendait sur presque tout son emplacement et y déposait lentement une sédimentation abondante (47). Cette mer avait au début les caractères d'une mer profonde; aussi, pendant le Lias moyen et le Lias supérieur, les sédiments sont argileux, leurs affleurements constituent le pays de riche culture et de pâturage appelé Limargue, qui limite le Ségala. Le Limargue s'étend sur deux régions qui se relient en direction l'une de l'autre sans se rejoindre : celle de Strenquels, Les Quatre-Routes, Vayrac, Saint-Céré d'une part, et celle de Rudelle à Camboulit (26). La superposition des couches de bas en haut est reconnaissable à partir de l'Infralias ou Rhétien gréseux (sables blancs qui affleurent au nord de Saint-Vincent-de-Pendit) et du calcaire marneux en plaquettes, calcaire dolomitique, au sud d'Autoire ainsi qu'aux environs de Cornac. La plus grande partie du Limargue est constituée par le Charmouthien ou Lias moyen, avec ses calcaires lithographiques et ses calcaires bleuâtres ou jaunes séparés par de faibles couches de marnes grises ou roussâtres. Aux environs de Miers, le Lias moyen constitue tout un petit massif de collines formé par des marnes argileuses très fossilifères. Le Toarcien ou Lias supérieur est représenté par des marnes bleues, souvent très calcaires, et des argiles schisteuses formant seulement une bande de un kilomètre de large environ allant de Miers à Boussac. Cette zone est le point de départ près d'Alvignac d'un banc coquillier caractéristique avec une gryphée : l'Ostrea Beaumonti (les falaises du cirque de Gintrac sont formées du même calcaire).

Ces terrains sont constitués par des bancs épais de calcaire marneux et argilo-gréseux presque imperméables dans leur masse qui donnent des sols riches, favorables aux prairies et à la culture du blé; leur végétation verdoyante tranche au milieu des autres aspects de la région quercinoise.

Au point de vue hydrographique, par sa constitution géologique, par la prédominance des marnes, cette contrée est pauvre en eau. La couche argileuse qui domine les bancs calcaires ne permet ni une infiltration profonde des eaux météoriques dans le sol, ni un niveau aquifère abondant (2).

Dans cette région se trouvent, au bas des coteaux, de nombreuses sources minérales présentant les mêmes caractères d'eaux sulfatées sodiques magnésiennes : Bio, Rueyres, Thégra, Miers, Gramat (4) (10). Ces eaux, disent Durand-Fardel et Dujardin-Beaumetz, sont les seules en France où les eaux sulfatées sodiques sont si rares, dans

lesquelles le sulfate de soude se trouve nettement accusé, ce qui rapproche ces sources des eaux célèbres de Bohême, Carlsbad, Marienbad, etc... (18) (17).

Des travaux de forage atteignant *18 mètres* de profondeur, effectués en 1941 par M. Rougeyrolles, pharmacien à Gramat, à la source Bonnet, ont démontré l'existence d'un même filon d'une nappe d'eau saline s'étendant sous le plateau, laissant parfois des plaques de cristaux de sulfate de soude et de magnésie.

Cette bande liasique ou Limargue passe sous la région la plus caractéristique du Quercy : *les Causses.*

Pendant le jurassique moyen et le jurassique supérieur, la mer a déposé toute une sédimentation calcaire provenant des dépôts animaux et des boues formées à leurs dépens et qui, en se consolidant, ont donné naissance à la gamme variée des roches dures et compactes supportant de nos jours ces plateaux généralement arides, aux glèbes toujours sèches et presque dénudées que sont les Causses.

Dans les Causses de la bordure orientale du Quercy, ce sont les couches des assises inférieures qui affleurent. Par exemple, les étages du Jurassique moyen dans les Causses de Martel, de Padirac, de Livernon : calcaires oolithiques, blancs compacts, généralement dolomitiques, riches en fer (Bajocien), calcaires à grains fins se délitant facilement en plaques sublithographiques (Bathonien). Par exemple, au contraire, les étages du Jurassique supérieur constituent les Causses tels que ceux de Souillac et de Rocamadour : calcaires à grains fins à la base, subcrayeux au-dessus et blancs, oolithiques au sommet (Oxfordien), — à dalles ou plaquettes à la base, calcaires lithographiques et marnes au milieu, durs au sommet (Kimmeridgien), — calcaires sublithographiques, purs, compacts, peu argileux (Portlandien (2).

Ces régions calcaires sont recouvertes d'une mince couche de terre rougeâtre formée d'argile de décalcification mêlée à une grande quantité de pierres. Elles sont crevassées, fissurées, remplies de gouffres et de cavernes, dont le nombre en Haut-Quercy dépasse plusieurs centaines (Padirac, Presque, Lacave, Cabrerets, etc...) (32).

La fissuration de ces terrains est très grande. Toutes les eaux qui tombent sur le Causse sont immédiatement absorbées et les fissures laissent le sol toujours à sec. Ces eaux cheminent de diaclase en diaclase, de grotte en grotte, en se réunissant pour former de véritables rivières souterrai-

nes, comme celle de Padirac, et débouchent au pied des falaises, où elles forment des sources pérennes.

En 1913, M. A. Vire, pratiquant à Assier des forages pour la recherche d'un filon carbonifère, fit jaillir une source sulfureuse à faible débit, d'une température de 18° C (47). Dans le plissement de Livernon, deux sources froides peu abondantes, de même nature, sont utilisées depuis longtemps par les habitants de la région contre les dermatoses. L'origine de ces eaux est due à la transformation du sulfate de chaux en sulfure ou au passage de l'eau dans du calcaire bitumeux, « la pierre qui brûle ».

Dans le pays voisin du département de la Dordogne, les calcaires jurassiques du Quercy sont recouverts par les calcaires crétacés, qui atteindront toute leur extension en Périgord. Ce crétacé supérieur est discordant à sa base sur le Jurassique quercinois et comprend, en ce qui concerne le département du Lot, les étages suivants :

— Turonien : calcaires blanchâtres compacts;
— Coniacien : calcaires tendres ou gréseux, avec de petits lits de marne;
— Santonien : calcaires glauconieux à silex, bien détritiques.

La surface de ce pays était recouverte à l'époque tertiaire par des argiles sableuses rougeâtres, à graviers quartzeux du type dénommé sables du Périgord. Celles-ci ont des points communs avec le Sidérolithique, qui fut surtout formé par décalcification des Causses.

Au point de vue hydrologique, nous avons deux types de circulation aquifère : celle en fissures dans les calcaires, celle en nappes dans les sables.

Les deux tiers occidentaux de la partie méridionale sont formés par des terrains tertiaires, appartenant à l'époque oligocène, constitués par les argiles marneuses et des calcaires d'eau douce, blancs et terreux, peu durs, constituant la région dite du Quercy blanc. Cette contrée appartient au grand bassin d'Aquitaine, bassin sous-pyrénéen (2).

Au pliocène et durant l'ère quaternaire, les cours d'eau approfondissent leur lit, produisent les pittoresques escarpements des vallées du Lot, du Célé et de la Dordogne. Le sol des vallées est fonction des terrains où ces rivières prennent naissance, dépôts anciens et récents apportés par les eaux. Les affluents du Lot, de la Dordogne, la Bave, qui prennent naissance dans des formations primitives, traver-

sent des régions pauvres en chaux et fournissent des alluvions souvent acides, particulièrement dans la vallée de la Dordogne.

C'est dans la vallée de la Bave que se trouve la source de Busqueilles, objet de notre étude.

La circulation des eaux souterraines constitue un des plus importants chapitres de la géologie dynamique. En étudiant la constitution géologique du département du Lot, nous avons vu son influence sur son hydrographie et la grande variété de régime hydrologique qui se présente dans le département : nappes régulières à grande extension, comme celles de la vallée de la Dordogne, nappes diffuses dans le fond des vallons sur calcaires, réseaux discontinus en diaclases élargies avec toutes les modalités de l'eau des grottes (résurgences, fontaines vauclusiennes, etc...).

## *SOURCES MINERALES DU LOT*

Le département du Lot compte de nombreuses sources d'eaux minérales, qui ont eu leurs heures de célébrité dans des temps lointains. Certaines d'entre elles conservent la faveur des populations rurales, les unes par leurs propriétés purgatives ou diurétiques, les autres par leurs vertus ferrugineuses ou sulfureuses. Peu de ces sources ont été étudiées d'une facon rationnelle, la documentation est rare, le plus souvent orale; aussi les classerons-nous selon leurs propriétés apparentes, en indiquant la nature des terrains qui ont sur leur composition une action prépondérante.

Nous en donnons ci-dessous la liste, en mentionnant autant que possible leur caractère et les terrains dans lesquels elles émergent.

ASSIER. — *Source du Jardin public,* sulfureuse; jurassique, oolithique, Bajocien.

AYNAC. — « *Foun do Loma* », ferrugineuse; jurassique, Bajocien.

BÉTAILLE. — *Sources de Brazés,* dans les gorges du Palsou; signalée comme eau minérale (43).

BIO-ISSENDOLUS. — *Sources Lagarde (deux)*, sulfatées sodiques, calciques; jurassique, Charmouthien; débit 8 litres par minute, sa température est de 16° C.; analysées en 1826 par OSSIAN Henry (37).

Approuvées par l'Académie de Médecine en 1826; exploitées de 1906 à 1910 par M. BERGOUGNOUX, pharmacien à Périgueux.

CABRERETS. — *Source Terry,* sulfatée, calcique, sodique; calcaire lithographique.

CARENNAC. — *Source de Bonze, Source des Malades, Source Authière,* calcaire lithographique, oolithique; Charmouthien.

La Source Authière a été analysée en vue d'exploitation en 1870 par CARNOT, ingénieur des mines, qui concluait : « eau bicarbonatée calcique, ferrugineuse, magnésienne, avec une minéralisation de 0 gr. 551 par litre; eau semblable à l'eau de CONDILLAC ».

Deux sources sur la rive droite de la Dordogne, près de l'île de Calypso, sont considérées comme ferrugineuses.

CONDAT. — *Source Saint-Félix,* sulfatée, calcique, magnésienne; alluvions modernes; collines Charmouthien.

En 1775, le sieur DE TREYSSAC, conseiller au Sénéchal de Martel, propriétaire de cette source, obtient de la Commission Royale de Médecine l'autorisation d'exploiter cette source, dont les eaux « sont reconnues utiles et salutaires dans différentes circonstances » (27).

Cette eau a été analysée en 1909 par PLESSIS et VERGUES, en 1913 par le professeur CARLES, de Bordeaux. Sa minéralisation est de 2 gr. 552 par litre; son débit est de 500 litres à l'heure; sa température, de 15° C.

L'exploitation et la vente de cette eau minérale ont été autorisées en juin 1928.

GINTRAC. — *Source de Taillefer,* ferrugineuse. — *Source Pradel,* sulfatée, calcique, sodique; calcaire lithographique, oolithique.

GRAMAT. — *Sources Bonnet et du Caillé,* sulfatées, calciques, sodiques; Charmouthien.

Analysées par VAUQUELIN en 1816 et exploitées en vertu de l'autorisation accordée par l'Académie de Médecine en 1816 par M. MÉJECAZE, notaire à Gramat. L'hôpital de Gramat recevait, à l'époque, un indigent par canton pour suivre la cure de la source Bonnet.

LACAMDOURCET. — *Source Bétaille,* faiblement minéralisée; micaschistes.

LACAPELLE-MARIVAL. — *Source du Bois-Bordet,* faiblement minéralisée; terrains métamorphiques, gneiss.

Analysée par l'Ecole des Mines en 1900; minéralisation, 0 gr. 090 par litre.

Etudiée par le Dr CADIERGUES en 1901 (9).

LHERM. — *Sources Péchaurie et Vaysse*, sulfatées, calciques et ferrugineuses; jurassique, Portlandien.

LARNAGOL. — *Source minérale* (6), jurassique, calcaire lithographique.

LIVERNON. — *Sources La Sal et La Pouze-Vieille*, sulfureuses; médio-jurassique, Bathonien.

MAYRINHAC-LENTOUR. — *Source Bonnefon*, sulfatée, sodique, calcique; Charmouthien.

MIERS-ALVIGNAC. — *Source Salmières*, sulfatée, sodique, magnésienne; Charmouthien.

Signalée par FABRY en 1624. Analyses de BOULAY et OSSIAN Henry en 1837. Analyse de l'Ecole des Mines en 1872, du Dr MEILLÈRE en 1910.

Une des rares sources françaises de la classe des sulfatées sodiques et magnésiennes; minéralisation : 5 gr. 371 par litre (23).

Exploitée par une société civile. Vente annuelle : 40.000 bouteilles.

PRUDHOMAT. — *Source Busqueilles*, sulfatée, sodique magnésienne, faiblement ferrugineuse; alluvions modernes, collines Charmouthien.

REYREVIGNES. — *Source minérale*, sulfatée, calcique, sodique; jurassique, Bajocien.

RUEYRES. — *Source Palat*, sulfatée, sodique, magnésienne; jurassique, Charmouthien.

SAINT-MARTIN-LE-REDON. — *Source Saint-Martial*, bicarbonatée, calcique, ferrugineuse; calcaire oolithique, ferrugineux.

La légende attribue à Saint-Martial la naissance de cette source, connue dans la région sous le nom d'« Eau des dartres ».

Analysée par le professeur ALOY, de Toulouse, et par les Drs DESGREZ et MEUNIER, en 1920; donne une minéralisation de 0 gr. 0534 par litre. Sa température est de 15° C., son débit de 150 litres-minute. La vente de cette eau a été autorisée par arrêté du Ministre du Commerce et de l'Industrie en 1887. La vente annuelle est de 400.000 bouteilles.

Saint-Pierre-Toirac. — *Sources Navet et Balat,* sulfatées, calciques, sodiques, ferrugineuses; terrains d'alluvions, calcaire lithographique. Débit abondant.

Sabadel. — « *Foun Canole* », sulfatée, calcique, sodique (30); causses calcaires en plaquettes.

Thégra. — *Source Barradel,* sulfatée, calcique, sodique, magnésienne; Charmouthien.

Signalée dès 1600 par le médecin Bergues, de Thégra. Débit, 100 litres à l'heure; température, 12° C. Analyse du Laboratoire municipal de Clermont-Ferrand en 1912; minéralisation : 3 gr. 22 par litre.

CHAPITRE II

## Historique de la source de Busqueilles

L'empirisme avait, de temps immémorial, permis de croire aux propriétés médicinales des sources, différenciant leur action, reconnaissant celle des eaux natives, tout comme il l'avait fait pour les vertus thérapeutiques des plantes et des minéraux.

L'histoire de l'origine de Busqueilles est commune à toutes les Eaux, sur les propriétés desquelles l'attention des premiers hommes avait été attirée d'instinct en cherchant des remèdes à leurs maux.

Si nous avons peu de documents écrits sur cette source, nous savons que depuis des siècles Busqueilles était fréquentée par un public nombreux.

Deux à trois cents buveurs, piétons et cavaliers, venaient tous les matins, en juillet, août et septembre, prendre l'eau à la source, donnant au propriétaire un modeste revenu. De quelques sols au XVIII[e] siècle, la redevance était de trois francs, pour la saison, en 1911.

La cure était plus ou moins empirique, le nombre de verres absorbés se comptait par une coche faite sur une tige d'aulne ou de noisetier. La matinée se terminait par un bouillon de jarret de veau pris sur place.

Busqueilles a ses légendes qui authentifient son ancienneté : « Le Loup et le Renard », « La mort du Loup sur un bûcher » sont des contes populaires évoquant la fontaine. Dans « Les Légendes quercinoises », TANTE BASILINE rapporte avec humour cette anecdote : Gargantua, d'aventure, passant dans le Quercy et « ayant des douleurs d'estomac horribles », avait tari plusieurs fois la font de Busqueilles. « Ainsi parlaient les anciens », termine-t-elle, « qui m'ont conté cette très véridique histoire, en gardant les bœufs dans les prés » (41).

L'histoire veut aussi que sous l'occupation anglaise, des troupes se dirigeant sur Saint-Céré eurent leur ardeur guerrière bien diminuée après avoir campé près de la source de Busqueilles.

Depuis la fin du XV[e] siècle, les eaux thermales sont à la mode. MONTAIGNE, dans son « Journal », nous décrit les coutumes d'user des eaux de Plombières et de Lucques (35). M[me] DE SÉVIGNÉ « lance » Vichy, M[me] DE MONTESPAN s'en vient à Bourbon-l'Archambault, M[me] DE POMPADOUR, nous dit

Figure 2. — CHATEAU DE CASTELNAU-BRETENOUX.
*Cliché J. Vertuel - St-Céré.*

le D[r] CABANNES, se purgeait à l'eau de Miers-en-Quercy (8).

Busqueilles n'eut pas de telles célébrités; mais plusieurs centaines de buveurs venaient chaque matin boire à la source pour débarrasser le corps de tout ce que M[me] DE SÉVIGNÉ appelait « ses superfluités ». L'humorisme règne et gouverne en médecine, la cause des maladies est toute entière dans la rétention des matières peccantes et dans l'irritation qui s'ensuit !

Bien que le gouvernement royal eût dépouillé au XVII[e] siècle les grands seigneurs de leurs anciens privilèges, ils n'en conservaient pas moins le souci de leurs terres et des améliorations locales. Il est de tradition populaire que la source de Busqueilles fut captée par un seigneur de Castelnau et

aménagée selon les usages simples de l'époque. A la fin du XVIII[e] siècle, la source était encore protégée par un abri couvert de chaume, supporté par quatre colonnes circonscrivant une surface de trente mètres carrés environ (3).

On se divertissait fort chez les CLERMONT-LODÈVE, les fêtes succédaient aux chasses au sanglier et aux pêches sur la Dordogne. La réputation des fastueux dîners du « Palais des Saumons » était établie dans toute la province. Le poète MAYNARD égayait de ses rimes hardies, de ses pointes malicieuses et de ses gaillardises ces réunions où « une galanterie de table » était permise; en disciples de Bacchus, les coupes de muscat succédaient aux coupes de muscat et l'on « faisait durer la guerre de la soif et du verre » (33).

Retiré, après bien des épreuves, dans son logis du faubourg Lascabanes, à Saint-Céré, perclu de rhumatismes, souffrant de vertiges et de coliques néphrétiques, le poète dut sans doute son soulagement aux Eaux de Busqueilles, voisines de ses terres d'Autoire, quand il écrit à François DE CRUSSOL au château d'Assier : « Me voilà debout, contre mon attente, après m'être accouché d'une pierre aussi grosse qu'un des diamants de la couronne. Je reprends ma première vigueur. » (7) (19).

Jusqu'à la fin du XVIII[e] siècle, les progrès de la chimie sont assez lents, les notions théoriques restent vagues, les corps purs ne sont pas nettement définis, le phlogistique ne précise pas la notion d'éléments. Ludovici PASINI, en Italie, PARACELSE, en Suisse, délaissant l'alchimie agonisante, avaient déjà demandé à l'alambic et à la cornue de leur révéler le secret des eaux minérales.

Cependant leur constitution reste à peu près ignorée. Nous devons attendre les travaux du pharmacien ROUELLE, la loi de LAVOISIER (1787), qui a donné une définition claire du corps simple, et la loi de PROUST (1806) sur la définition des corps composés, pour réaliser l'analyse et la synthèse des substances complexes.

La pharmacie a joué un grand rôle pour dissiper le rêve de l'alchimie, ses savants ont opposé les leçons de choses à l'esprit de système et préparé de loin la transformation de la chimie moderne. On peut dire avec J.-B. DUMAS : « C'est elle qui en a fondé et perpétué l'enseignement, qui en a créé les méthodes expérimentales et les premiers appareils, qui lui a valu SCHEELE, VAUQUELIN, DAVY, PELLETIER, ROBIQUET, et qui a eu l'insigne honneur de donner à LAVOISIER ses premières leçons » (11).

L'analyse des sources devait suivre le développement de

la chimie, Vauquelin (1763-1829) s'occupe d'un certain nombre d'entre elles, il donne l'analyse des eaux de Plombières, Néris-Largentière et de Gramat (Lot). Ossian Henry, pharmacien, membre adjoint de l'Académie de Médecine, donne, en 1826, l'analyse des deux sources Lagarde de Bio (Lot) (37). Les eaux de Miers sont analysées en 1837 par le médecin inspecteur Daval. Les eaux de Busqueilles con-

Figure 3.

**Baron Antoine DUBOIS**

d'après une lithographie de l'époque

Né à Gramat (Lot) en 1756, mort à Paris en 1837. Professeur de Chirurgie; fait partie de l'expédition d'Egypte. Doyen de la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de Médecine; fut créé baron par l'Empereur après avoir accouché l'impératrice Marie-Louise.

Les honneurs dont il était comblé ne lui firent pas oublier son pays d'origine; il s'intéressa particulièrement à l'analyse et aux propriétés des eaux des sources Bonnet et Busqueilles.

tinuent, au début du XIX[e] siècle, à attirer l'attention du public et du corps médical de la région. Le D[r] Mazeyrie (1798-1880), de Puybrun, dont la réputation s'étend dans toute la contrée, ayant constaté la valeur thérapeutique des eaux de Busqueilles, en confie l'analyse à J.-P. Barruel († 1839),

« chef des travaux chimiques du laboratoire de l'Ecole de Médecine de Paris » (5).

La rédaction de cette analyse, dont les résultats sont évalués en livres, onces, grains et gros, situe ce travail dans les premières années du XIX^e^ siècle, la numération selon le système métrique n'étant pas encore généralement adoptée.

Cette analyse, dont nous reproduisons le texte, est suivie d'une appréciation des plus élogieuses des maîtres du moment, les professeurs Antoine DUBOIS, E. PARISET**, BAFFOS*, de l'Académie de Médecine, et I. DUBOIS.

« Les Docteurs en Médecine et en Chirurgie soussignés, après avoir lu l'analyse ci-dessus, faite par un très habile Chimiste, pensent que les EAUX DE BUSQUEILLE peuvent être employées comme très légèrement purgatives et toniques, à cause des sels magnésiens, du gaz acide carbonique et de la très petite quantité de fer qu'elles contiennent; ils pensent, en outre, que les sels à base de chaux, dont les procédés employés ont démontré l'existence, doivent en rendre l'usage circonscrit dans un très grand nombre de cas qu'il serait superflu d'indiquer aux habitants du canton de Bretenoux, puisqu'ils ont le bonheur de posséder chez eux le Docteur MAZERIES, qui s'est acquis toute leur confiance depuis longtemps et aux plus justes titres. »

Une appréciation donnée par de tels maîtres aurait dû classer les eaux de Busqueilles parmi les eaux souveraines. Malgré cela, la source coulait toujours dans sa vasque primitive, isolée au milieu des prairies, recevant chaque année le même nombre de buveurs de la région.

Le développement du tourisme et des stations thermales d'Auvergne stimule les initiatives. M. CÉLARIÉ, pharmacien à Saint-Céré, reprend en 1902 l'étude des eaux de Busqueilles et en confie l'analyse chimique à l'Ecole des Mines (analyse n° 15.209), qui confirme la classification de ces eaux comme sulfatées-calciques et magnésiennes, et pouvant être comparées au eaux des stations de diurèse, Vittel, Contrexeville et Capvern.

Sous l'impulsion de M. le D^r^ AYROLES, en 1913, une société est constituée, au capital de 170.000 francs. De grands travaux sont projetés, la source et 27 ares de terrains alentour sont achetés à M^me^ Nancy CAYROL-BAVERET; mais l'en-

---

* BAFFOS Alexandre, René 1777-1866). Membre de l'Académie de Médecine.

** PARISET E. (1770-1847). Membre de l'Académie de Médecine. Médecin à Bicêtre et à la Salpétrière.

treprise est suspendue par la guerre de 1914-1918. Activement reprise dans la suite, l'Académie de Médecine donne, sur le rapport du Dr Meillère, l'autorisation d'exploitation en 1921 (34). Les travaux sont rapidement conduits, la source est captée et l'eau, suivant une canalisation de grès vitrifié, est amenée à Bretenoux, dans l'île de la Bourgna-

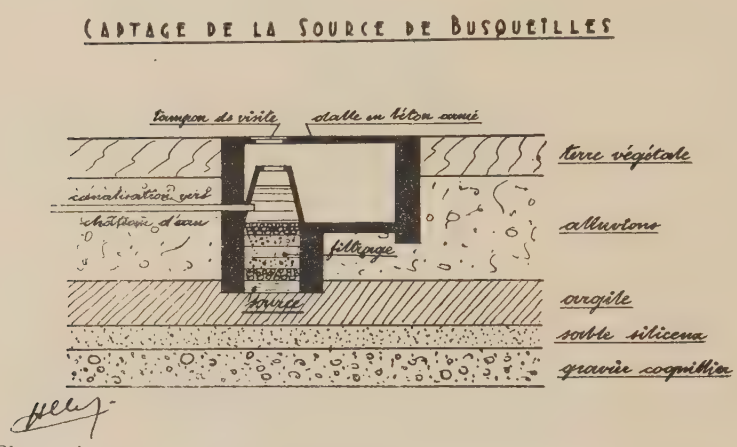


Figure 4.

**Plan du captage de la Source de Busqueilles par M. LLEDA**

Les travaux de captage ont été effectués en 1913 pour amener l'eau à Bretenoux dans l'île de la Bourgnatelle.

Actuellement l'eau s'écoule par une cassure du tuyau d'amenée vers le château d'eau et se répand dans le bassin en béton destiné primitivement à recevoir le trop-plein de la source et à le déverser par un orifice dans la rivière voisine.

Les indications portées sur le plan ont été recueillies dans le dossier du Service des Mines de Cahors.

Captage 1913

Terre végétale.
Alluvions.
à 4 mètres : argile noirâtre.
sable fin siliceux.
gravier coquillier.

telle, où s'élève un joli pavillon dans un site ombragé et pittoresque. La société fait éditer une notice intitulée : « L'Eau de Busqueilles à Bretenoux (Lot) ». Cet opuscule contenait la composition de l'eau, ses indications thérapeutiques, la situation géographique de la source ainsi que des gravures des sites pittoresques de la région (31).

Un mauvais sort paraît être jeté sur le développement des eaux de Busqueilles; la guerre de 1939-1940, la longue période d'occupation suspendent tout entretien et toute publicité; le tourisme est ralenti, tout déplacement étant difficile; les tuyaux s'engorgent et la source de Busqueilles coule toujours au milieu de la prairie, où, comme jadis, les habitants de la région vont lui demander un soulagement à leurs maux.

CHAPITRE III

## Situation géographique

La source de Busqueilles est située, comme nous l'avons indiqué, au nord du département, dans la commune de Prudhomat, à un kilomètre du village de Bonneviole, à quatre kilomètres de Bretenoux. Elle jaillit dans une prairie bordée de peupliers, d'aulnes et de chênes, sur la rive droite de la Bave, à 128 m. 60 d'altitude, à deux kilomètres du confluent de la Bave et de la Dordogne, à la jonction des deux vallées (20) (21).

Le site est enchanteur, vallée riche par ses cultures variées, admirable par le tableau qui s'offre aux yeux de toute part. D'un côté, à deux kilomètres, l'imposante forteresse féodale de Castelnau-Bretenoux, avec ses pierres de teinte rouge, au pied de laquelle s'étagent en gradins, jusqu'à la source, fermes et castels entourés de vignes, de champs et de vergers. Au sud, sur une falaise escarpée qui limite le plateau du Causse, le village de Loubressac avec son château accroché au rocher. Vers l'est, nous distinguons les tours moyenâgeuses de Saint-Laurent, au pied desquelles s'étale la coquette ville de Saint-Céré, une des plus belles cités du département.

« Imaginez des étendues de plaines, riches et grasses, que coupent des haies d'arbrisseaux et des barrières de peupliers, une vallée immense, profonde, aimable et grandiose, verdoyante de toutes les gammes chromatiques du vert, s'élevant peu à peu sans secousses et par mamelons embaumés de vignobles jusqu'à un cercle de montagnes dont les cimes inégales chevauchent les unes sur les autres, vont expirer et se fondre dans les vapeurs bleues et indécises de l'horizon ».

« ... Et sur ce gigantesque plan d'un relief délicat, pittoresque et varié à l'infini, la Dordogne, la Cère, la Bave,

naïades changées au temps fabuleux en rivières, se suivent, se croisent, se fuyant, jouant entre elles à cache-cache à travers les frondaisons et les replis du sol comme de grandes guivres d'argent sur du velours et du brocart d'émeraude. Puis des maisonnettes, de hautaines masures gasconnes, des gentilhommières. »

C'est ainsi qu'Henri Lavedan décrivait le paysage de Busqueilles, dont la vue lui était si familière de son château de Loubressac (29).

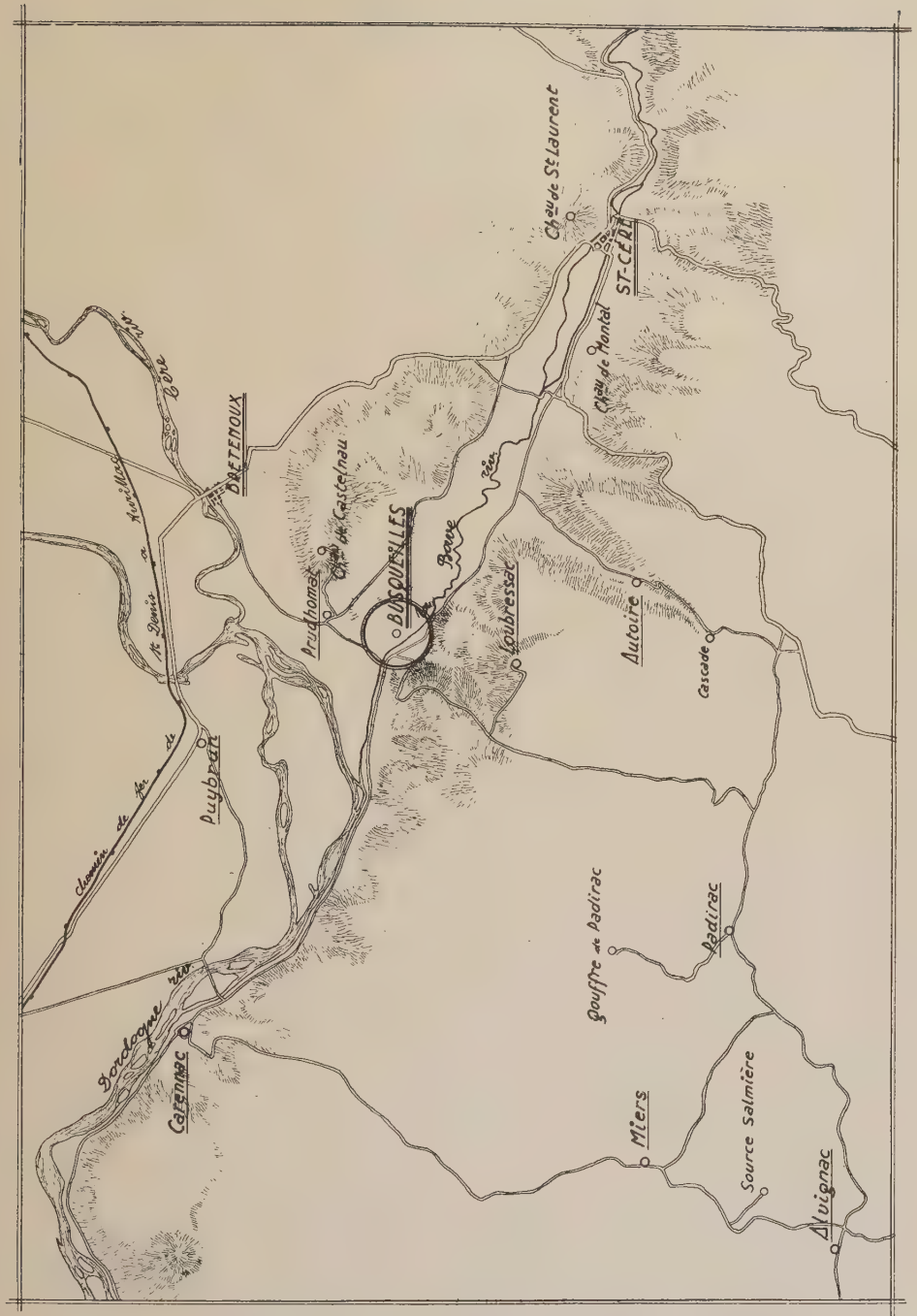


Figure 5. — SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA SOURCE DE BUSQUEILLES.
Echelle approximative au 1/115.000e.

CHAPITRE IV

## Situation géologique

La source de Busqueilles jaillit dans les terrains d'alluvions de la vallée de la Bave. Cette rivière prend sa source dans le Ségala et reçoit les ruisseaux de Leyme, le Tolerme et le Cayla qui traversent des terrains primitifs, les ruisseaux de Saint-Jean, Saint-Médard et Autoire qui parcourent, au contraire, des terrains secondaires. Ces alluvions modernes se composent des éléments traversés par les cours d'eau réduits en galets et en sable à la belle saison; les alluvions anciennes sont plutôt composées d'argiles et de quartz. On y trouve aussi, dit-on, des paillettes d'or : dans son histoire manuscrite du Quercy, Guyon de Maleville écrit en 1662 que de tout temps on en a retiré dans la Bave, la Cère et la Dordogne (28). Cet or provient des filons qui montent dans le Ségala à travers les micaschistes anciens et autres roches comparables. On en connaît notamment dans la région de Terrou.

Primitivement, la Bave formait dans cette vallée de nombreux méandres qui, par suite des crues torrentielles, s'accentuaient et se déplaçaient, creusant tour à tour les flancs de la vallée ou alluvionnant, le fond de la vallée devenant large et plat selon que le niveau de son embouchure dans la Dordogne s'abaissait ou s'élevait (*sic*) (14). Le cours de la Bave a été régularisé en partie au XVII[e] siècle sur les plans de l'ingénieur hollandais Vendendome, du Gravier au Gouzon; vers 1860, un large lit a été creusé en amont de Busqueilles ainsi que de nombreux canaux d'irrigation. Les inondations sont moins fréquentes, la Bave ayant atteint son profil d'équilibre.

Les terrains des coteaux qui bordent la vallée aux environs immédiats de la Source, au S.-O. vers Loubressac, Gramat et Pye, sont d'âge jurassique; ils sont constitués par des calcaires durs, à grain fin, gris ou blanchâtres, en bancs réguliers séparés par des lits minces de marnes

feuilletées passant à la base à des calcaires plus tendres, marneux, compacts, oolithiques et suboolithiques. Ils forment les premiers contreforts des Causses.

Au N.-E. les coteaux de Castelnau qui s'étagent dans la vallée jusqu'à la limite des terrains d'alluvions appartiennent au Lias moyen; ils sont constitués par des argiles rougeâtres, grises ou noirâtres, alternant avec des schistes marneux feuilletés sous l'effet des fortes pressions de l'écorce terrestre, et par des lits calcaires. Le fer s'unit à l'argile, se combinant avec les matières siliceuses ou se substituant au carbonate de chaux et formant ces oolithes ferrugineux qui constituent cette pierre rougeâtre, dure et compacte dont la texture semble tenir à la fois des grès et des quartz granulaires, connue et appréciée sous le nom de pierre de Castelnau.

La présence de restes organiques, de fossiles (ammonites, gryphées, belemnites) dans ces terrains sédimentaires nous montre toute la complexité de l'histoire de la terre et tous les mouvements d'avance et de recul des eaux auxquels notre région a été soumise.

L'étude de la géologie locale, la présence d'une couche d'argile imperméable paraît nous donner l'origine de cette nappe d'eau et des éléments dont l'eau météorique s'est chargée au cours de son trajet souterrain, et les raisons qui l'amènent à sourdre dans la basse plaine, dans les alluvions de la vallée, à un des points les plus bas, suivant les résultats d'une simple loi hydrostatique du principe élémentaire des moindres pressions.

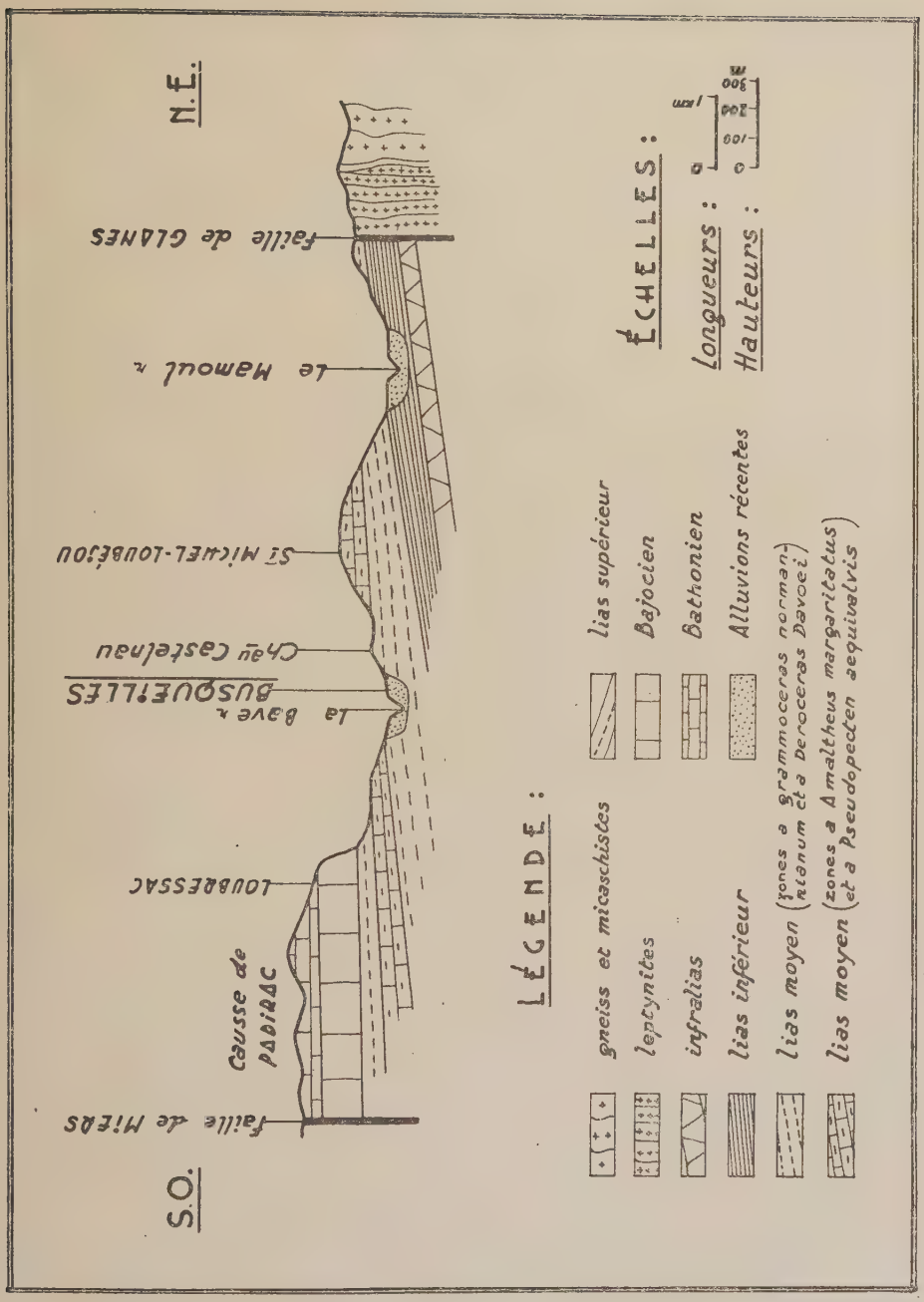


Figure 6. — COUPE GEOLOGIQUE DE LA REGION LIASIQUE DE BUSQUEILLES, d'après G. Astre.

CHAPITRE V

## Situation climatique

La vallée de la Bave, qui s'ouvre largement à Saint-Céré à 120 mètres d'altitude, est comprise entre le 45° et le 44° de latitude Nord. Subissant l'influence du voisinage des derniers contreforts du Massif Central, elle jouit d'un climat intermédiaire entre le climat plus continental de l'Auvergne et le climat atlantique et girondin. La neige fond presque aussitôt tombée alors qu'elle résiste quelques jours sur les collines voisines. Cette situation lui assure des minima un peu élevés en hiver et des risques de gelée tardive, nuisibles à une végétation précoce; par contre, les étés sont plus frais que dans la vallée du Lot, la température diurne s'abaisse sensiblement après le coucher du soleil, les nuits sont généralement bonnes, ce qui constitue des conditions privilégiées pour la saison d'été animée par de nombreux touristes et estivants. C'est à cette situation et à ses ressources que la ville de Saint-Céré doit d'être classée comme station climatique.

Le climat d'une région se caractérise par sa température moyenne et par l'importance des précipitations atmosphériques. Cette étude nous a été facilitée par les intéressantes observations météorologiques recueillies pendant onze ans par M. Vidal, Directeur de l'E.P.S. de Saint-Céré. Nous le remercions d'avoir bien voulu nous les communiquer et regrettons de ne pouvoir en donner qu'un résumé (46).

— Moyenne des hauteurs de pluie des onze années 1923-1933 : 95 cm. 7, réparties sur 115 jours annuels.

— Moyenne des températures minima : — 9° C.

— Moyenne des températures maxima : + 34° C.

— Hauteur barométrique en millimètres de mercure. { maxima : 76,1 / minima : 74,3

# STATION D'OBSERVATIONS CLIMATOLOGIQUE

## Observations valables pour la région du Limargue

*Hauteurs de pluie en millimètres*

| Années ..... | 1923 | | 1924 | | 1925 | | 1926 | | 1927 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mois | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jou d plu |
| Janvier .... | 86,0 | 15 | 104,5 | 10 | 12,4 | 3 | 110,7 | 13 | 86,4 | |
| Février .... | 123,8 | 16 | 41,3 | 6 | 44,3 | 14 | 114 | 8 | 45,9 | |
| Mars . .... | 80,8 | 12 | 51,5 | 7 | 12,8 | 4 | 33 | 6 | 192,1 | |
| Avril . . .... | 139,0 | 12 | 49,1 | 11 | 120,1 | 17 | 192,6 | 16 | 36,1 | |
| Mai . . ..... | 85,9 | 8 | 39,5 | 12 | 62,5 | 9 | 103,1 | 15 | 55,4 | |
| Juin . . .... | 25,7 | 4 | 55,2 | 4 | 44,0 | 4 | 118,0 | 18 | 138 | |
| Juillet . . .. | 4,1 | 1 | 42,3 | 10 | 119,0 | 14 | 4,5 | 1 | 138,5 | |
| Août . . .... | 64,0 | 5 | 9,2 | 12 | 54,5 | 5 | 14,2 | 2 | 131,9 | |
| Septembre .. | 77,3 | 10 | 53,5 | 8 | 47,9 | 6 | 124,0 | 3 | 149,7 | |
| Octobre . ... | 78,0 | 12 | 58,5 | 9 | 90,3 | 8 | 70,3 | 13 | 56,1 | |
| Novembre .. | 69,6 | 16 | 85,9 | 9 | 70,6 | 7 | 158,0 | 17 | 62,1 | |
| Décembre ... | 94,7 | 18 | 25,5 | 3 | 39,9 | 9 | 41,4 | 5 | 71,8 | |
| Totaux ..... | 928,6 | 129 | 616 | 101 | 718,3 | 100 | 1083,8 | 117 | 1164 | 1 |

# E L'E. P. S. DE SAINT-CÉRÉ (LOT)

## aint-Céré, Bretenoux et Source de Busqueilles

*nombre de jours de pluie*

| 1928 | | 1929 | | 1930 | | 1931 | | 1932 | | 1933 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| teur mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie | Hauteur en mm. | Jours de pluie |
| 83,2 | 9 | 21,2 | 4 | 95,7 | 14 | 89,3 | 15 | 58,3 | 5 | 11,5 | 6 |
| 80,3 | 9 | 28,4 | 2 | 49,7 | 14 | 72,7 | 10 | 0 | 0 | 49,7 | 9 |
| 87,6 | 12 | 4,1 | 1 | 173 | 13 | 79,4 | 11 | 82,9 | 10 | 70,3 | 5 |
| ,2 | 12 | 79,4 | 8 | 108,4 | 9 | 81,6 | 7 | 125,9 | 15 | 37 | 6 |
| 7,3 | 14 | 132,9 | 8 | 80,3 | 18 | 88 | 11 | 153,6 | 23 | 72,5 | 12 |
| 7 | 5 | 33,3 | 9 | 159,8 | 14 | 57,6 | 7 | 129,7 | 10 | 104,8 | 16 |
| .4 | 1 | 47,7 | 8 | 103,1 | 9 | 103,2 | 9 | 176,6 | 11 | 17,7 | 4 |
| 6,9 | 4 | 43,2 | 5 | 33,7 | 5 | 222,6 | 16 | 113,3 | 9 | 20 | 4 |
| 4,6 | 4 | 72,1 | 3 | 59,7 | 6 | 49,4 | 6 | 98,2 | 13 | 92,4 | 11 |
| 0,9 | 12 | 149,3 | 11 | 144,6 | 15 | 67,1 | 7 | 145,4 | 15 | 102 | 16 |
| 1,1 | 11 | 80,9 | 6 | 84,4 | 10 | 88,0 | 13 | 31,7 | 12 | 37,1 | 13 |
| 51,7 | 10 | 116,6 | 14 | 101,4 | 13 | 22,7 | 5 | 108,8 | 12 | 45,1 | 10 |
| 43,2 | 103 | 809,1 | 79 | 1193,8 | 140 | 1021,6 | 117 | 1234,4 | 135 | 660,1 | 112 |

## SAINT-CERE — SAISON TOURISTIQUE

### *Le climat : 15 juin au 15 septembre (90 jours).*

| Années . . . . . | 1923 | 1924 | 1925 | 1926 | 1927 | 1928 | 1929 | 1930 | 1931 | 1932 | 1933 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hauteur de pluie en millimètres. | 123 | 175 | 219 | 53 | 550 | 110 | 150 | 270 | 430 | 358 | 168 |
| Jours de pluie .. | 10 | 22 | 22 | 5 | 47 | 9 | 7 | 27 | 31 | 27 | 25 |
| Jours de beau temps ..... | 80 | 68 | 68 | 85 | 43 | 81 | 83 | 63 | 59 | 63 | 65 |
| Températ. maxima en degrés centigrades ... | 35 | 34 | 33 | 33 | 30 | 37 | 38 | 33 | 31 | 34 | 37 |
| Caractère de la saison . . . . . | T.B. | B. | B. | T.B. | M. | T.B. | T.B. | P. | M. | P. | B. |

Les températures maxima 37° C., 38° C., ont été enregistrées les veilles d'orages.

La saison touristique est donc très favorable en général (46).

# DEUXIÈME PARTIE

# ANALYSES
# DES EAUX DE BUSQUEILLES

— PREMIERES ANALYSES.

— RECHERCHES PERSONNELLES

- — Etude Chimique.
- — Etude Physique.
- — Etude Spectrographique.

CHAPITRE PREMIER

## Premières analyses

Dans une correspondance particulière du regretté Dr Ayrolles, de Bretenoux, nous trouvons cette référence : « Analyse des sources de Miers et de Busqueilles. *Journal de Médecine et de chirurgie*. Dr Sédillot, 1811, volume 41, page 240 ».

Malgré nos recherches, effectuées dans les bibliothèques des Facultés de Pharmacie de Toulouse, de Paris et de l'Académie de Médecine, il ne nous a pas été possible de trouver confirmation de cette référence dans cet ouvrage aux dates et pages indiquées. Il semble que cette indication soit erronée.

La première analyse connue des Eaux de Busqueilles a été donnée par Barruel, préparateur en chef des travaux du laboratoire de l'Ecole de Médecine de Paris dans la première moitié du XIXe siècle (5). Elle nous a été aimablement communiquée par le Dr Ayrolles. Sur ce document, imprimé, comptant quatre pages numérotées, ne figure aucune indication de date ni d'origine. Nous savons cependant que J.-B. Barruel a été l'un des premiers rédacteurs des « Annales d'Hygiène publique et de Médecine légale » qui parurent pour la première fois en 1829.

Nous en reproduisons ci-après le fac-similé et le texte. Les mesures sont encore évaluées en livre, once, gros, grains, pouces, cubes...

# ANALYSE
# DES EAUX MINÉRALES
## DE BUSQUEILLE;

*Par M.* BARRUEL, *préparateur en chef des travaux chimiques, du laboratoire de l'École de Médecine de Paris.*

### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.

CETTE Eau est limpide, fade, transparente. Sa pesanteur spécifique, mesurée à l'aréomètre de Farenheit, est à celle de l'eau distillée comme 1 est à 1, 0018 (température de 16 degrés et demi).

### PROPRIÉTÉS CHIMIQUES.

*Action des réactifs.*

Cette eau n'a donné aucun précipité par les acides nitreux et sulfureux.

Par l'acétate de plomb, elle a donné un précipité blanc, légèrement jaunâtre.

Par le muriate de baryte, un précipité blanc; *idem*, par l'eau de baryte.

Il n'y a point d'action sur la teinture de tournesol.

L'eau de chaux, l'ammoniaque et le nitrate d'argent, ont produit un léger précipité qui s'est dissous dans l'acide nitrique.

Le nitrate de mercure a fourni un précipité très-abondant de couleur jaune.

D'après cet examen par les réactifs nommés, on



peut conclure que l'eau de Busqueille contient du sulfate et du carbonate de chaux, du sulfate, du muriate de magnésie, et peut-être aussi de chaux.

*Analyse par évaporation.*

Quatre livres quatre onces d'eau ayant été mises dans un ballon de verre armé d'un tube recourbé, on a chauffé; alors une multitude de bulles d'air se sont élevées de l'intérieur, une cloche graduée les a recueillies sur la cuve à mercure.

Pendant cette opération, l'eau a conservé sa transparence, et une poudre brunâtre s'est rassemblée au fond du vase.

En même temps de petits cristaux, que l'acide nitrique a dissous avec une vive effervescence, adhéroient aux parois du ballon: cette dissolution, traitée par l'oxalate d'ammoniaque, a donné un précipité blanc très-abondant, (oxalate de chaux), la poudre brunâtre dont nous avons fait mention, s'est entièrement dissoute dans l'acide muriatique; traitée par le prussiate de potasse, elle a fourni un précipité bleu (fer).

*Analyse du gaz.*

Le gaz contenu dans la cloche placée sur la cuve à mercure, et attenante au ballon que l'on chauffoit, étoit de dix pouces cubes et un huitième; par le lavage à l'eau de chaux, l'absorption a été de deux pouces cubes et un quart. Ce gaz absorbé étoit de l'acide carbonique.

Les différens moyens employés pour analyser le gaz restant, ont montré qu'il étoit de l'air atmo-

sphérique, qui, lequel étoit contenu dans la partie voûte supérieure du ballon et dans le tube qui l'unissoit.

*Séparation des sels*

Les [illegible] grande cuve ont été évaporées dans une capsule de porcelaine à une chaleur très-douce, [illegible] l'évaporation, que l'on a terminée par le bain-marie, il est resté une matière saline abondante : on a lavé ce résidu à deux reprises avec [illegible] froide, qui a dissous [illegible] le liquide a été évaporé par ébullition ; [illegible] évaporée jusqu'à siccité dans une capsule de porcelaine, et l'on a obtenu une matière saline très-déliquescente ( muriate de magnésie ), laquelle, au bout de quelques jours, a laissé déposer de petits cristaux cubiques, dont nous n'avons pu estimer le poids à cause du petit nombre, mais auxquels nous avons trouvé la saveur du muriate de soude.

Les sels insolubles, dans l'alcohol, ont été traités à froid avec environ une once d'eau ; laquelle évaporée, a laissé pour résidu quarante-cinq grains de sulfate de magnésie.

Les sels insolubles, dans l'eau froide, ont été traités à chaud jusqu'à ce que l'eau n'eût plus d'action sur eux, et qu'elle fût lentement et entièrement évaporée : on a obtenu, à la fin de l'opération, cent quatre-vingt-dix grains de sulfate de chaux.

Le résidu, insoluble dans l'eau bouillante, pesoit neuf grains, et étoit du carbonate de chaux.



[illegible] cette analyse, nous [illegible] que neuf livres des eaux [illegible] Paris, contenoient une quantité [illegible] de sulfate de soude, de muriate de soude, [illegible] de sulfate de magnésie, une petite quantité de muriate de magnésie, une [illegible] de gaz acide carbonique, et enfin une quantité [illegible] de fer.

[illegible] Monge et [illegible] Chaptal, [illegible] les eaux [illegible] pour [illegible] ; ils pensent [illegible] que les sels à base de chaux dont les premières analyses ont démontré l'existence, doivent en rendre [illegible] un très-grand nombre de cas, qu'il seroit important [illegible] les sources de Passy, puisqu'il est [illegible] de la première classe sous le [illegible] Monge a [illegible] Paris depuis [illegible]

ANT. [illegible] BAYEN.

F. PAR[illegible]T. [illegible] DUBOIS.

Figure 8.

# ANALYSE
# DES EAUX MINERALES
# DE BUSQUEILLE;

*Par M. BARRUEL, préparateur en chef des travaux chimiques, du laboratoire de l'Ecole de Médecine de Paris.*

## PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Cette eau est limpide, fade, transparente. Sa pesanteur spécifique, mesurée à l'aréomètre de Fareinheit, est à celle de l'eau distillée comme 1 est à 1,0018 (température de 16 degrés et demi).

## PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

### *Action des réactifs.*

Cette eau n'a donné aucun précipité par les acides nitreux et sulfureux.

— Par l'acétate de plomb, elle a donné un précipité blanc, légèrement jaunâtre.

— Par le muriate de baryte, un précipité blanc; *idem*, par l'eau de baryte.

Il n'y a point d'action sur la teinture de tournesol.

L'eau de chaux, l'ammoniaque et le nitrate d'argent, ont produit un léger précipité qui s'est dissous dans l'acide nitrique.

Le nitrate de mercure a fourni un précipité très abondant de couleur jaune.

D'après cet examen par les réactifs nommés, on peut conclure que l'eau de Busqueille contient du sulfate et du carbonate de chaux, du sulfate, du muriate de magnésie, et peut-être aussi de chaux.

### *Analyse par évaporation.*

Quatre livres quatre onces d'eau ayant été mises dans un ballon de verre armé d'un tube recourbé, on a chauffé; alors une multitude de bulles d'air se sont élevées de l'intérieur, une cloche graduée les a recueillies sur la cuve à mercure.

Pendant cette opération, l'eau a conservé sa transparence, et une poudre brunâtre s'est rassemblée au fond du vase.

En même temps de petits cristaux, que l'acide nitrique a dissous avec une vive effervescence, adhéroient aux parois du ballon : cette dissolution, traitée par l'oxalate d'ammoniaque, a donné un précipité blanc très abondant (oxalate de chaux), la poudre brunâtre dont nous avons fait mention, s'est entièrement dissoute dans l'acide muriatique; traitée par le prussiate de potasse, elle a fourni un précipité bleu (fer).

*Analyse du gaz.*

Le gaz contenu dans la cloche placée sur la cuve à mercure, et attenante au ballon que l'on chauffoit, étoit de dix pouces cubes et un huitième; par le lavage à l'eau de chaux, l'absorption a été de deux pouces cubes et un quart. Ce gaz absorbé étoit de l'acide carbonique.

Les différents moyens employés pour analyser le gaz restant, ont montré qu'il étoit de l'air atmosphérique pur, lequel étoit contenu dans la partie vide supérieure du ballon et dans le tube qui l'armoit.

*Séparation des sels.*

Dix onces 4 gros de cette eau ont été évaporées dans une capsule de porcelaine à une chaleur très douce; à la fin de l'évaporation, que l'on a terminée par le bain-marie, il est resté une matière saline abondante : on a lavé ce résidu à deux reprises avec trente fois son poids d'alcohol très-concentré; le lendemain l'alcohol a été retiré par décantation : on l'a fait évaporer jusqu'à siccité dans une capsule de porcelaine, et l'on a obtenu une matière saline très-déliquescente (muriate de magnésie), laquelle, au bout de quelques jours, a laissé déposer de petits cristaux cubiques, dont nous n'avons pu estimer le poids à cause du petit nombre, mais auxquels nous avons trouvé la saveur du muriate de soude.

Les sels insolubles, dans l'alcohol, ont été traités à froid avec environ une once d'eau, laquelle évaporée, a laissé pour résidu quarante-cinq grains de sulfate de magnésie.

Les sels insolubles, dans l'eau froide, ont été traités à chaud jusqu'à ce que l'eau n'eût plus d'action sur eux, et qu'elle fût lentement et entièrement évaporée : on a obtenu à la fin de l'opération, cent quatre-vingt-deux grains de sulfate de chaux.

Le résidu, insoluble dans l'eau bouillante, pesoit neuf grains, et étoit du carbonate de chaux.

D'après cette analyse, nous pouvons conclure que neuf livres dix onces quatre gros d'eau de Busqueille, telle que nous l'avons eue à Paris, contiennent cent quatre-vingt-deux grains de sulfate de chaux, neuf grains de carbonate de chaux, quarante-cinq grains de sulfate de magnésie, environ trois grains de muriate de magnésie, un demi-grain de muriate de soude, environ cinq pouces cubes de gaz acide carbonique, et enfin une quantité inappréciable de fer.

---

Les Docteurs en Médecine et en Chirurgie soussignés, après avoir lu l'analyse ci-dessus, faite par un très-habile Chimiste, pensent que les Eaux de Busqueille peuvent être employées comme très-légèrement purgatives et toniques, à cause des sels magnésiens, du gaz acide carbonique, et de la très-petite quantité de fer qu'elles contiennent; ils pensent, en outre, que les sels à base de chaux, dont les procédés employés ont démontré l'existence, doivent en rendre l'usage circonscrit dans un très-grand nombre de cas, qu'il seroit superflu d'indiquer aux habitants du canton de Bretenoux, puisqu'ils ont le bonheur de posséder chez eux le Docteur Mazeries qui s'est acquis toute leur confiance depuis longtemps et aux plus justes titres.

Ant. Dubois, Baffos, E. Pariset, Isid. Dubois.

---

*Interprétation de l'analyse de* M. Barruel.

Sachant que :

— La livre = 489 gr. 5058; l'once = 30 gr. 5941; le gros = 3 gr. 824; le grain = 0 gr. 0531; le pouce cube = 0 $m^3$ 0000198.

9 livres 10 onces 4 gros d'eau = 4726 grammes 793 renferment :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| — 182 grains | de sulfate de chaux | = 9 gr. 6642 | rapporté au litre | = 2,04 |
| — 9 — | carbonate de chaux | = 0 gr. 4779 | — | = 1,01 |
| — 45 — | sulf. de magnésie | = 2 gr. 3895 | — | = 0,50 |
| — 3 — | chlor. de magnésium | = 0 gr. 1593 | — | = 0,33 |
| — 1/2 — | chlor. de sodium | = 0 gr. 0265 | — | = 0,005 |
| — 5 pouces cubes | gaz carbonique | = 0 gr. 000990 | — | = 0,005 |
| — Traces de fer | | | | |
| | | | Total..... | 3,890 |

Dans l'ordre chronologique nous trouvons ensuite l'Analyse effectuée par l'Ecole Nationale Supérieure des Mînes en 1902 époque à laquelle est projetée la constitution de la Société des Eaux de Busqueilles.

*Ecole Nationale Supérieure des Mines.*

(Extrait des Registres du Bureau d'Essais pour substances minérales — n° 15.209 du 8 janvier 1902).

Eau minérale de Busqueilles, commune de Prudhomat, canton de Bretenoux (Lot) — Certificat d'origine de la Mairie de Prudhomat (Lot).

On a dosé par litre :

| Composition dosée | | Composition calculée | |
|---|---|---|---|
| Acide carbonique des carbonates | 0,1522 | Silice | 0,0090 |
| Acide chlorhydrique | 0,0182 | Chlorure de potassium. | 0,0076 |
| Acide sulfurique | 1,2351 | Chlorure de sodium | 0,0232 |
| Silice | 0,0090 | Sulfate de sodium | 0,0288 |
| Protoxyde de fer | 0,0180 | Sulfate de calcium | 1,8634 |
| Chaux | 0,7809 | Sulfate de magnésium. | 0,1843 |
| Magnésie | 0,1110 | Bicarbonate de calcium. | 0,0347 |
| Potasse | 0,0048 | Bicarbonate de magnés. | 0,1586 |
| Soude | 0,0249 | Bicarbonate de fer | 0,0400 |
| Matières organiques | traces notables | Matières organiques | traces notables |
| Total | 2,3541 | Total en grammes | 2,3496 |
| Extrait sec à 180° | 2 gr. 3120 | | |

*Le Chimiste Principal,*

Signé : Bouchard.

*L'Ingénieur en Chef des Mines, Directeur du Bureau d'Essai,*

Signé : E. Chesneau.

Une autre analyse dont il ne nous a pas été possible d'établir la provenance figure dans la notice « L'Eau de Busqueilles à Bretenoux (Lot) » éditée en 1920. Elle se trouve dans un tableau comparatif avec les compositions des eaux de Vittel (Source Salée), Contrexeville (Pavillon) et Capvern (Source Houn Caoude) (31), elle diffère de celle donnée par l'Ecole des Mines :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique total | 0,388 |
| Acide carbonique libre | 0,182 |
| Silice | 0,0225 |
| Bicarbonate de chaux | 0,596 |
| Fer | 0,0025 |
| Bicarbonate de magnésie | 0,052 |
| Sulfate de chaux | 1,749 |
| Sulfate de soude | 0,2668 |
| Sulfate de magnésie | 0,29115 |
| Chlorures | 0,014 |
| Résidu par évaporation | 2,82 |

---

La plus récente analyse est contenue dans le rapport de Meillère à l'Académie de Médecine proposant l'autorisation d'exploitation de la Source de Busqueilles.

*Rapport du Dr* Meillère (34).

La température de l'eau est de 16°.

Le débit : environ 100 litres par minute.

L'analyse de l'eau effectuée sur deux prélèvements assigne à cette eau la composition suivante :

*Anions* :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique des carbonates | 0,1080 |
| Chlore des chlorures | 0,0177 |
| Acide sulfurique des sulfates | 1,5110 |
| Silice | 0,0110 |

*Cations* :

| | |
|---|---|
| Calcium | 0,5534 |
| Magnésium | 0,0708 |
| Sodium | 0,0184 |
| Potassium | 0,0039 |
| Lithium | traces |
| Total des éléments dosés | 2,2942 |

---

## CHAPITRE II

# Recherches personnelles

### I. — ETUDE CHIMIQUE

Depuis l'analyse effectuée par le Service des Mines en 1902 et le rapport du Docteur MEILLÈRE, dans le *Bulletin de l'Académie de Médecine* datant de 1921, aucune analyse de l'eau de Busqueilles n'a été pratiquée. Nous n'avons retrouvé aucune trace de contrôle thermal. Il est vrai que la source jouant de malheur ne fut pas ou fut à peine exploitée.

Nous avons cru intéressant d'en reprendre à notre tour l'étude chimique. L'expérience a prouvé que les propriétés des eaux minérales n'étaient pas immuables, un grand nombre de sources étant sujettes à des variations de minéralisation. Ces modifications ont amené le Ministère de la Santé publique à n'accorder les autorisations d'exploitation que pour une période de trente ans à l'expiration de laquelle il doit être procédé à de nouvelles analyses (36).

Nos résultats analytiques, rapportés ci-dessous, sont sensiblement les mêmes que ceux trouvés antérieurement et confirment le caractère d'eau minérale sulfatée calcique et magnésienne déjà attribué à cette eau.

Pour effectuer l'analyse nous avons suivi d'une manière générale les techniques habituelles de dosages décrites dans les traités classiques d'hydrologie ou les notices officielles (1), (12), (16), (45).

Les échantillons d'eau ont été prélevés au griffon de la source, à différentes époques de l'année.

*Recherche de l'Azote nitreux.*

Cette recherche est effectuée sur 50 cm³ d'eau par le procédé classique de GRIESS-ILOSVAY à l'acide sulfanilique et à l'acétate d'α naphtylamine.

Nitrites : absence.

*Recherche de l'Azote nitrique.*

Nous recherchons l'azote nitrique par le réactif sulfophénique de GRANDVAL et LAJOUX sur le résidu d'évaporation de 100 cm³ d'eau.

Nitrates : absence.

*Recherche et dosage de l'Azote ammoniacal.*

Par distillation de l'eau dans un appareil de SCHLOESING-AUBIN, et après son alcalinisation par une quantité suffisante de magnésie calcinée légère, nous recueillons l'ammoniaque déplacé dans 10 cm³ de $SO_4H_2$ N/10.

Le réactif de NESSLER indiquant la présence d'ammoniaque, nous en avons effectué le dosage colorimétriquement.

Azote ammoniacal : 0,0006 gr. par litre.

*Recherche et dosage de l'Azote organique.*

Dans le ballon provenant de l'opération précédente sont ajoutés 50 cm³ d'une solution alcaline de permanganate de potasse à 8 gr. par litre pour libérer l'azote de ses combinaisons organiques.

Après distillation, le distillat est recueilli dans une solution d'acide sulfurique N/100.

L'azote dégagé sous forme d'ammoniaque est identifié et dosé comme précédemment par Nesslérisation.

Azote organique : 0,0001 gr. par litre.

*Dosage de l'Acide sulfurique.*

Le dosage de l'acide sulfurique est pratiqué à l'état de sulfate de baryum sur une prise d'essai de 1 litre d'eau minérale, ramenée à 100 cm³ en milieu chlorhydrique.

Préalablement à toute concentration nous avons dû éliminer l'ion $Ca^{++}$ dont la précipitation est gênante au cours de la réduction de volume. L'eau fut traitée à chaud par du

carbonate d'ammonium pur et le précipité de carbonates obtenu séparé.

Acide sulfurique : 1,516 gr. par litre.

*Recherche de l'Acide phosphorique.*

La recherche de l'acide phosphorique est effectuée par le réactif molybdique sur cinq litres d'eau concentrés en milieu nitrique.

Acide phosphorique : traces.

*Recherche et dosage de l'Arsenic.*

Nous recherchons l'arsenic sur le résidu d'évaporation de 10 litres d'eau par la méthode de CRIBIER (13) en suivant la technique de DELÉPINE et LÉONARDON.

Arsenic : moins de un dix-millième de mgr. par litre.

*Dosage du Chlore*

Nous effectuons ce dosage par la méthode volumétrique de CHARPENTIER-VOLHARD sur une concentration de 10 litres d'eau. Mais avant cette opération nous avons éliminé l'ion sulfurique par le nitrate de baryum afin d'éviter un dépôt de sulfates au cours de la réduction de volume.

Chlore : 0,0108 gr. par litre.

*Recherche de l'Iode.*

Cinq litres d'eau sont évaporés à siccité en présence de magnésie calcinée légère.

Le résidu est repris par 100 $cm^3$ d'eau distillée bouillante.

Après filtration le filtrat est ramené au bain-marie bouillant à un volume voisin de 30 $cm^3$ et filtré.

L'iode libéré par l'acide nitreux naissant est caractérisé à chaud par le papier amidonné. Le papier amidonné ne s'est pas coloré en bleu.

Iode : absence.

*Recherche du Brome.*

Le liquide précédent est additionné de 10 $cm^3$ d'une solution de bichromate de potassium à 10 % et de 1 $cm^3$ d'acide sulfurique pur et le mélange porté à l'ébullition. Les va-

peurs de brome émises sont caractérisées à l'aide du papier à la fluorescéine.

Le papier à la fluorescéine a pris une teinte rose sensible indiquant la présence de brome.

La méthode de LABAT utilisant une solution de fluorescéine a confirmé les résultats (15).

Brome : traces.

*Dosage de la Silice.*

Trois litres d'eau minérale sont additionnés de quelques $cm^3$ d'acide chlorhydrique pur exempt de fer et évaporés à siccité au bain-marie bouillant dans une capsule de platine.

La silice est dosée sur le résidu selon le procédé classique de dosage dans les eaux.

Silice : 0,020 gr. par litre.

*Dosage du Fer et de l'Alumine.*

Le liquide filtré dont on a séparé la silice est porté à l'ébullition en présence d'acide nitrique. Après refroidissement, mais tout en maintenant une faible température, il est additionné de chlorure d'ammonium et d'ammoniaque. L'hydrate ferrique et l'alumine précipitent; ils sont séparés par filtration. Le précipité est redissous dans l'acide chlorhydrique et la nouvelle solution, alcalinisée par du bitartrate de potasse, est traitée par du sulfhydrate d'ammoniaque qui sépare le fer sous forme de sulfure; ce sulfure est recueilli par filtration et finalement dosé sous forme de $Fe_2O_3$.

Fer en $Fe_2O_3$ : 0,0017 gr. par litre.

Le liquide filtré contenant le sulfhydrate d'ammoniaque est additionné de carbonate de soude et évaporé à siccité; le sulfhydrate d'ammoniaque ainsi chassé, nous reprenons le résidu par de l'eau bouillante acidulée avec de l'acide chlorhydrique et précipitons l'alumine sous forme d'hydrate par addition d'ammoniaque.

Alumine : 0,003 gr. par litre.

*Dosage du Calcium*

Dans la liqueur filtrée provenant de la première précipitation de l'hydrate ferrique et de l'alumine, le calcium est séparé, après alcalinisation par de l'ammoniaque et du chlo-

rure d'ammonium, sous forme d'oxalate et dosé par manganimétrie.

Calcium : 0,566 gr. par litre.

*Dosage du Magnésium.*

La solution filtrée, après précipitation du calcium par l'oxalate d'ammoniaque, est additionnée d'un grand excès d'ammoniaque et d'une solution de phosphate de soude; le magnésium est transformé en phosphate ammoniaco-magnésien et dosé à l'état de pyrophosphate.

Magnésium : 0,081 gr. par litre.

*Dosage du Manganèse.*

Dans l'hypothèse d'une faible teneur en cet élément de l'eau de Busqueilles, nous procédons à son dosage par la méthode colorimétrique de Jadin et Astruc.

Le résidu d'évaporation d'un litre d'eau est repris par 20 $cm^3$ d'acide sulfurique au 1/10 puis additionné de 10 $cm^3$ d'acide azotique au 1/4 et de 0 $cm^3$, 5 de nitrate d'argent N/10 pour éliminer les chlorures.

La solution filtrée dans un tube à essai, additionnée de 0 gr. 50 de persulfate de potassium, est portée à l'ébullition.

Nous obtenons une coloration violette que nous comparons à une gamme étalon de solutions titrées de chlorure de manganèse traitées dans les mêmes conditions que la prise d'essai.

Manganèse : 0,000025 gr. par litre.

*Dosage du Sodium et du Potassium.*

Nous opérons ce dosage sur une prise d'essai de 10 litres d'eau, celle-ci ne devant vraisemblablement contenir qu'une faible quantité de ces métaux.

Dix litres d'eau sont additionnés en milieu chlorhydrique de chlorure de baryum pour éliminer les sulfates. Après filtration la liqueur obtenue est traitée au bain-marie bouillant par une quantité suffisante de sesquicarbonate d'ammoniaque pour précipiter les métaux, et le précipité de carbonates est séparé par filtration. Le liquide restant est concentré à un volume de 200 $cm^3$ et filtré.

Nous faisons deux parts de cette liqueur.

Sur 100 $cm^3$ nous dosons le sodium à l'état d'un acétate triple d'uranium, de magnésium et de sodium, selon la technique de Blanchetière (15).

3 $(CH_3COO)^2$ $UO_2$ $(CH_3COO)^2$ Mg $CH_3COONa$, 9 $H_2O$.

Sodium : 0,0073 gr. par litre.

Le potassium est dosé à l'état de cobaltinitrite de potassium selon la technique de MM. Garola et Braun (24).

Les 100 cm³ d'eau mis de côté lors du dosage de sodium sont additionnés de 5 cm³ de réactif cobaltinitrite de sodium.

Il se forme un trouble puis un précipité que nous laissons au repos 24 heures dans une fiole conique bouchée. Après ce laps de temps nous le recueillons sur un filtre préalablement lavé à l'alcool, séché et taré. Après lavage avec de l'eau distillée additionnée de 1/10 d'acide acétique jusqu'à ce que le liquide passe incolore, puis avec de l'alcool à 95° pour éliminer l'eau, et séchage, nous pesons le précipité jusqu'à poids constant.

Du poids de cobaltinitrite trouvé est déduit le poids de potassium.

Potassium : 0,0062 gr. par litre.

*Recherche du Bore.*

Après avoir préparé une lessive de soude exempte de bore par dissolution de fragments de sodium dans de l'eau distillée, nous évaporons 500 cm³ d'eau minérale à siccité en présence de 10 cm³ de cette solution de soude.

Le résidu est ensuite calciné au four à moufle puis repris par de l'eau distillée. Cette solution obtenue, après neutralisation par de l'acide chlorhydrique et légère acidification par quelques gouttes de cet acide au 1/2, est placée dans une petite capsule de porcelaine à bec, un papier de curcuma trempant dans le soluté et dépassant d'un demi-centimètre le bec de la capsule.

Le papier n'ayant pris aucune coloration après deux heures de contact, la capsule est placée à l'étuve à 37° pendant 24 heures. Le résultat obtenu est toujours resté négatif.

Comparativement nous faisions un essai avec un liquide contenant des traces de bore et traité dans les mêmes conditions.

Bore : absence.

*Détermination de l'Alcalinité totale et permanente.*

A 100 cm³ d'eau sont ajoutés 10 cm³ d'acide sulfurique N/10 et 3 gouttes d'une solution alcoolique de phénolphtaléine.

Après ébullition pendant 10 minutes nous titrons l'acide sulfurique en excès au moyen d'une solution de soude N/10.

Alcalinité totale : 27 $cm^3$ $SO_4H_2$ N/10 par litre.

Alcalinité permanente : 13 $cm^3$ $SO_4H_2$ N/10 par litre.

*Détermination du degré hydrotimétrique total et permanent.*

Dans cette opération, l'eau de Busqueilles renfermant de la magnésie, il peut se produire une fausse mousse; pour éviter cette formation nous versons après chaque addition de solution de savon dans le flacon une ou deux gouttes d'éther sulfurique.

D° hydrotimétrique total : 144°.

D° hydrotimétrique permanent : 72°.

*Détermination de l'Extrait sec et sulfaté.*

Extrait sec à 180° : 2,322 gr. par litre.

Extrait sulfaté : 2,304 gr. par litre.

## *DOSAGES EFFECTUES AU GRIFFON*

*Dosage des matières organiques.*

Nous avons effectué le dosage des matières organiques en milieu acide et en milieu alcalin par le procédé d'oxydation des matières organiques de l'eau par le permanganate de potassium, puis destruction du permanganate en excès par le sulfate ferreux ammoniacal, la quantité de permanganate absorbée étant dosée par reste par manganimétrie.

Matières organiques exprimées en oxygène :

En milieu acide : 1 mgr. par litre.

En milieu alcalin : 1,2 mgr. par litre.

*Recherche et dosage de l'oxygène dissous.*

Nous avons effectué cette détermination au moyen d'une pipette spéciale fermée à la partie supérieure et à la partie inférieure par des robinets rodés.

Nous avons utilisé la méthode au sulfate ferreux ammoniacal. Celui-ci est décomposé en milieu alcalin par la lessive de soude, il se précipite de l'oxyde ferreux dont une partie

passe à l'état ferrique proportionnellement à la quantité d'oxygène dissous dans l'eau.

On acidifie alors le milieu, les oxydes de fer formés sont dissous et on dose le sulfate ferreux restant par manganimétrie.

Du résultat obtenu on déduit la proportion d'oxygène dissous dans le volume utilisé.

Cette expérience recommencée à plusieurs reprises a donné des résultats négatifs.

Oxygène dissous : néant.

*Détermination du degré sulfhydrométrique.*

Ce dosage a été effectué par la méthode de DUPASQUIER.

Dans une fiole de 500 cm³ contenant 10 cm³ d'une solution d'iode N/10 nous avons introduit 500 cm³ d'eau minérale. Après un contact de 10 minutes, nous avons ajouté 2 gr. d'iodure de potassium et dosé l'iode restant par une solution d'hyposulfite de soude N/50.

D° sulfhydrométrique : 0°506 par litre.

(Chaque degré correspond à 10 milligrammes d'iode et à 0,001273 gr. de soufre) (22).

*Dosage de l'Acide carbonique libre.*

Les carbonates ont été précipités à la source sur une prise d'essai de 200 cm³ d'eau par une solution de baryte et une solution de chlorure de baryum à 10 % dans une fiole hermétiquement fermée.

Après 12 heures de repos le précipité s'étant décanté, nous avons dosé, au laboratoire, l'acide carbonique libre par l'acide oxalique sur un volume connu de la liqueur surnageant.

Acide carbonique libre : 0,024 gr. par litre.

*Dosage de l'Acide carbonique total.*

Le précipité de carbonate de baryum a été recueilli sur un filtre, lavé pour éliminer l'excès de baryte jusqu'à ce que l'eau de lavage ne soit plus colorée par la solution alcoolique de phénol-phtaléine.

Il a été ensuite traité par 10 cm³ d'acide chlorhydrique N. Après avoir porté à l'ébullition nous avons titré l'acide chlorhydrique resté libre par une solution de soude en présence de phénol-phtaléine.

Acide carbonique total : 0,154 gr. par litre.

## II. — ETUDE PHYSIQUE

Les mesures physiques, et plus particulièrement la mesure de la résistivité, permettent de déceler rapidement les variations de composition d'une eau. Elles ont par conséquent une grande importance en matière d'hydrologie.

Nous nous sommes attachés à effectuer successivement la détermination des constantes physiques de l'eau de Busqueilles, à savoir :

— le débit;
— la température;
— la densité;
— la mesure du pH;
— l'indice de réfraction;
— la résistivité électrique.

Nous avons, de plus, procédé à la mesure de la radioactivité.

### *Débit.*

Plusieurs déterminations du débit de la source de Busqueilles ont été signalées. Tout d'abord par le Service des Mines du Lot (21) :

« Prélèvement le 11 avril 1914, après des journées pluvieuses; débit : 2,9 litres par seconde = 174 litres-minute.
« Le 12 septembre 1919, temps beau et chaud : 1,6 litre par seconde = 96 litres-minute. »

Ensuite par MEILLÈRE dans son rapport à l'Académie de Médecine, en 1921, qui l'évalue à 100 litres-minute (34).

Ces résultats sont sensiblement plus élevés que celui que nous avons déterminé, compris entre 80,5 et 89,5 litres-minute.

Il nous a d'ailleurs été difficile de contrôler d'une manière rigoureuse le débit de la source en son état actuel, les aménagements de captage s'étant détériorés depuis qu'elle n'est plus exploitée.

Nous croyons en outre utile de signaler que les fortes sécheresses des trois dernières années ayant provoqué un abaissement exceptionnel des plans d'eau et le tarissement de nombreuses sources, ne semble avoir eu qu'une très faible influence sur le débit de la source de Busqueilles qui est de nos jours sensiblement voisin de celui indiqué par le Service des Mines en septembre 1919.

*Température.*

La température de l'eau de Busqueilles est assez peu élevée.

Le Service des Mines du Lot signale une température de 16° C. le 11 avril 1914 et de 16°2 C. le 12 septembre 1919 (21). Meillère indique une température moyenne de 16° C. (34).

Des contrôles récents effectués à l'époque des fortes pluies aussi bien que pendant la saison froide nous ont permis de constater que la température de l'eau est très sensiblement constante puisqu'elle n'oscille qu'entre 16° et 16°2 C. Nos mesures ont été pratiquées à l'émergence du griffon.

*Densité.*

Nous avons procédé à cette mesure par la méthode du flacon.

La densité, mesurée comparativement à celle de l'eau distillée, est de : 1,0022.

Ce résultat est toujours resté constant au cours des différentes déterminations.

*Mesure du pH.*

Le pH a été déterminé à l'aide du « Pehamètre de Hellige à coin coloré ».

Nous avons trouvé une valeur voisine de : 7.

*Indice de réfraction.*

Cette mesure fournit un renseignement intéressant sur la minéralisation d'une eau. L'indice de réfraction est d'autant plus fort que l'eau est plus minéralisée.

Cependant pour que les résultats obtenus aient une valeur significative il faut pouvoir déterminer cet indice avec précision. Il est nécessaire d'utiliser un instrument sensible et de connaître exactement la température qui doit être maintenue rigoureusement constante pendant la mesure. Nous avons utilisé la méthode de l'angle limite pour déterminer l'indice de réfraction de l'eau de Busqueilles.

Entre deux milieux d'indice n inconnu et N connu, la loi de la réfraction est :

$n \sin i = N \sin r$, N étant supérieur à n; lorsque i varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$ l'angle r varie de 0 à l'angle limite $\lambda$ donné par la relation : $n = N \sin \lambda$.

Connaissant N on peut par la mesure de $\lambda$ déterminer n.

Nous avons utilisé le réfractomètre d'Abbe avec lequel l'angle limite est déterminé par la méthode de la réflexion totale. Cet appareil nous a permis d'opérer en lumière blanche grâce à un compensateur et d'obtenir avec une ou deux gouttes d'eau minérale la quatrième décimale.

Mesuré à 18° C. sur plusieurs échantillons prélevés à des dates différentes, l'indice de réfraction de l'eau de Busqueilles n'a montré que de très faibles variations et sa valeur moyenne est de : 1,3338.

### *Résistivité électrique.*

La résistivité électrique est la résistance électrique qu'oppose au courant un volume de solution ayant un centimètre carré de section et un centimètre de longueur.

La résistivité d'une eau minérale fournit de précieux renseignements sur sa minéralisation. On sait que pour une eau minérale, comme pour toute solution d'électrolytes, la résistivité est inversement proportionnelle à la concentration en ions, toutes choses égales d'ailleurs.

Un électrolyte étant décomposé sous l'action d'un courant continu on ne peut mesurer sa résistivité par les méthodes du pont de Wheaststone ordinaire; on utilise un pont de Wheaststone alimenté en courant alternatif de fréquence assez grande pour que la polarisation des électrodes soit nulle. On vérifie l'équilibre du pont, non plus à l'aide d'un galvanomètre comme en courant continu, mais au moyen d'un écouteur téléphonique qui rend un son lors-

qu'il est traversé par un courant alternatif. L'écouteur devient silencieux lorsque le pont est équilibré.

C'est ce dispositif, dit de KOHLRAUSCH, que nous avons utilisé pour nos déterminations.

La résistivité des solutions d'électrolytes variant beaucoup avec la température il est nécessaire d'opérer à une température constante et exactement connue. Nous avons effectué nos mesures à 18° C. à 0°05 C. près.

Nous avons utilisé une cuve en verre dont les deux électrodes en platine avaient été platinées par électrolyse d'une solution de chlorure de platine et d'acétate de plomb. Ces électrodes sont ajustées de façon à rester toujours à distance invariable l'une de l'autre.

Le coefficient de cette cuve, déterminé avant chaque mesure à l'aide d'une solution de chlorate de potassium N/50 de résistivité connue, est égal à 7,41.

Mesurée sur des prélèvements effectués à diverses époques de l'année, la résistivité de l'eau de Busqueilles nous a donné des chiffres très voisins dont la valeur moyenne est de : 504 ohms par centimètre carré à 18° C.

*Radioactivité.*

On a réservé la dénomination d' « eaux thermales radioactives » à celles qui sont très pauvres en sels et dont la radioactivité est l'élément thérapeutique dominant.

Il nous a paru intéressant cependant de rechercher si l'eau de Busqueilles, bien qu'assez fortement minéralisée, est radioactive.

Les eaux minérales peuvent posséder une radioactivité permanente, due aux composés du radium ou du thorium en dissolution ou en suspension dans l'eau, généralement très faible, et une radioactivité temporaire due essentiellement au radon dissous, beaucoup plus importante.

La radioactivité due au radon décroît selon une loi exponentielle; elle diminue de moitié en trois jours quatre-vingt-cinq. Au vingt-huitième jour, elle est réduite au 1/128 (42).

Il est donc nécessaire de prélever l'eau à analyser au griffon même de la source et d'effectuer les mesures au laboratoire le plus tôt possible après le prélèvement après en avoir noté la date et l'heure.

On utilise un ballon d'une capacité de deux litres environ dans lequel on a fait au préalable un vide partiel.

Pour déterminer la radioactivité de l'eau de Busqueilles nous avons utilisé la méthode électroscopique qui repose

sur le principe suivant : l'air en présence d'une substance radioactive est ionisé sous l'action des particules $\alpha$ ou $\beta$ et du rayonnement $\gamma$ émis par cette substance. Si cet air ionisé se trouve dans une chambre formant condensateur, l'enveloppe extérieure étant reliée au sol — potentiel nul —, et une électrode centrale isolée étant portée à un potentiel de l'ordre de 300 volts, il se produit un déplacement des ions de charge électrique égale mais de signes contraires. Il en résulte un courant d'ionisation; l'intensité de ce courant est proportionnelle à la quantité de substance radioactive et pourra être évaluée par la mesure de la perte progressive de la charge électrique initiale de la chambre d'ionisation.

Nos mesures ont été effectuées à l'aide d'une chambre d'ionisation reliée à un électromètre bifilaire de Wulf.

La chambre d'ionisation de Wulf est constituée par un cylindre à paroi métallique épaisse. Une tubulure disposée dans le fond de la chambre permet de l'adapter à l'électromètre.

Une tige de déperdition placée à l'intérieur traverse le fond de la chambre. Elle est fixée sur ce fond au moyen d'un isolateur d'ambre scellé de manière à tenir le vide. Le contact de la tige de déperdition avec l'équipage de l'électromètre est assuré par une petite tige élastique. La chambre d'ionisation est fermée par un couvercle vissé sur une bride de grande largeur. Une rondelle de caoutchouc assure l'étanchéité du joint et permet de faire le vide.

L'électromètre bifilaire de Wulf possède un équipage mobile constitué par deux fils à la Wollaston de 2 $\mu$ de diamètre placés côte à côte et maintenus tendus par une boucle en fil de quartz formant ressort. Deux armatures reliées à la cage maintiennent les fils dans le champ d'un microscope de grossissement 60 dont l'oculaire est muni d'une échelle micrométrique dont l'origine est au milieu et qui comprend quatre-vingts divisions de chaque côté du zéro (48).

Pour éviter de nombreuses corrections et simplifier les calculs nous avons opéré en comparant la radioactivité de l'eau de Busqueilles à celle d'une solution étalon contenant $4{,}03 \times 10^{-9}$ gr. de radium.

L'extraction du radon et son introduction dans la chambre d'ionisation étant réalisées dans des conditions aussi identiques que possible dans les deux cas.

Nous avons ensuite effectué les corrections pour tenir compte de la fuite spontanée ou perte de charge lorsque

la chambre ne contient aucune substance radioactive et du volume de l'échantillon d'eau minérale ainsi que de sa date de prélèvement. Les résultats sont exprimés en millimicrocuries par litre d'eau à l'émergence.

Radioactivité : 0,13 millimicrocurie par litre d'eau à l'émergence.

## III. — ETUDE SPECTROGRAPHIQUE

Désirant rechercher la présence possible de métaux que l'analyse chimique ne nous aurait pas permis de déceler en raison de leur trop faible importance, nous avons procédé à l'examen spectrographique du résidu sec obtenu par évaporation de 30 litres d'eau minérale.

Nous avons utilisé la méthode des spectres d'arc et nous sommes servis de graphites purs de Zeiss. L'examen spectrogramme, effectué dans la région située entre 2.250 et 4.500 Angstroems, nous a confirmé la présence des éléments déjà isolés et dosés par voie chimique ainsi que celle du Lithium déjà signalée dans le rapport de Meillère (34), mais elle n'a pas permis de déceler aucun autre élément.

Peut-être l'eau de Busqueilles en referme-t-elle ? Mais ne s'y trouvant alors qu'à l'état de traces infinitésimales, ils sont noyés dans la masse des sulfates et des carbonates alcalins et alcalino-terreux, et restent masqués même à l'analyse spectrographique.

Pour déceler ces quantités, il serait nécessaire d'effectuer des séparations selon la technique courante de chimie analytique et d'examiner ensuite séparément au spectrographe chacun des précipités obtenus. C'est ce que nous nous proposons de faire ultérieurement.

## Résultats analytiques

### COMPOSITION CHIMIQUE (en grammes par litre)

*Eléments électronégatifs* :

| | |
|---|---|
| — Chlore : Cl | 0,0108 g. |
| — Brome : Br | traces. |
| — Ion sulfurique : $SO_4$ | 1,5160 g. |
| — Ion phosphorique : $PO_4$ | traces. |
| — Ion carbonique : $CO_3$ | 0,2099 g. |
| — Ion silicique : $SiO_3$ | 0,0253 g. |
| — Ion arsénique : $As_2O_3$ | traces. |
| Total | 1,7620 g. |

*Eléments électropositifs* :

| | |
|---|---|
| — Fer : Fe | 0,0012 g. |
| — Aluminium : Al | 0,0015 g. |
| — Manganèse : Mn | traces. |
| — Calcium : Ca | 0,5660 g. |
| — Magnésium : Mg | 0,0810 g. |
| — Ammonium : $NH_4$ | 0,0007 g. |
| — Potassium : K | 0,0062 g. |
| — Sodium : Na | 0,0073 g. |
| — Lithium : Li | traces. |
| Total | 0,6639 g. |

| | |
|---|---|
| Poids total des éléments électronégatifs et positifs. | 2,4259 g. |
| Résidu à 180° | 2,3220 g. |
| Résidu sulfaté | 2,3040 g. |

### CONSTANTES PHYSIQUES

— Débit : entre 80,5 et 89,5 litres-minute.
— Température : entre 16° et 16°,2 C.
— Densité : 1,0022.
— pH : voisin de 7.
— Indice de réfraction : 1.3338.
— Résistivité : 504 ohms par $cm^2$ à 18° C.
— Radioactivité : 0,13 millimicrocurie par litre d'eau à l'émergence.

# TROISIÈME PARTIE

## ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES EAUX DE BUSQUEILLES

— OBSERVATIONS CLINIQUES.

— EXPERIMENTATIONS.

— Etude de la Diurèse.

— Etude des Variations du taux de la Calcémie.

— Interprétation des résultats.

CHAPITRE PREMIER

## Observations cliniques

La source de Busqueilles est encore de nos jours utilisée d'une manière empirique. Chacun y trouve un remède spécifique à son mal et prend les eaux de sa propre initiative sans prescription médicale.

Néanmoins l'action thérapeutique des eaux de Busqueilles a été reconnue depuis longtemps par le corps médical. A la fin du siècle dernier encore, les médecins de la région les conseillaient, et plusieurs d'entre eux paraissaient à la source à la saison.

Plus près de nous, le Docteur AYROLES, de Bretenoux, qui a vécu de 1873 à 1948, a recueilli tout au long de sa carrière, de nombreuses observations cliniques dont nous citerons les plus caractéristiques (3).

M. B..., à Reingues, souffrant de vertiges et de quelques douleurs lombaires eut la curiosité de faire usage d'eau de Busqueilles. Il se rendit donc à la source un matin et commence sa cure. Le soir il éprouva un malaise qu'il ne pouvait définir. Le lendemain matin une belle crise de colique néphrétique se produisit qui dura quatre jours et amena l'élimination d'une demie cuillerée à soupe de petits graviers bruns à contours très irréguliers, aigus et plats. (Juillet 1921.)

M. V... a constaté que durant les trois années où il a suivi la cure de Busqueilles, il a eu presque au début une crise de goutte. (Juillet 1926.)

Le docteur X..., profondément arthritique et qui prenait depuis plusieurs années les eaux de Vittel, ayant fait une cure à Busqueilles, nous écrit : Votre eau de Busqueilles a eu sur mes reins un effet diurétique puissant. Je l'ai prise pendant une quinzaine de jours à la dose de 1 litre par jour environ. Pendant les onze premiers jours, j'ai rendu à chaque miction une certaine quantité de sable rouge, et cela dès le premier jour. Puis le phénomène a cessé, sans doute faute de matière à expulser, car la diurée a persisté abondante tant que j'ai pris ces eaux.

... Nous avons expérimenté l'eau de Busqueilles dans un cas d'albuminurie grave chez un enfant de 14 ans.

Cet enfant avait eu la fièvre scarlatine au berceau; depuis il n'avait jamais souffert des reins lorsqu'au mois de septembre dernier, à la suite d'un refroidissement, il fut pris d'œdèmes de la face et malléolaires et présenta d'emblée 1 gr. 50 d'albumine. Malgré les soins donnés, cette dose ne fit qu'augmenter, l'œdème gagna les séreuses et au mois de mars une ponction péritonéale devint nécessaire. Je retirai 7 litres de liquide. Un mois plus tard, l'épanchement avait disparu, l'urine était tellement rare qu'on pouvait en recueillir à peine pour faire une analyse... elle présentait à ce moment 8 gr. d'albumine. Une deuxième ponction me permit de retirer 10 litres d'eau. Sur les conseils d'un confrère, j'essayai de donner de l'eau de Busqueilles à mon malade. Je dois ajouter que, concurremment, il prenait tous les jours 1 gr. 50 de théobromine. Depuis, non seulement l'épanchement abdominal n'a pas reparu, mais les œdèmes se sont résorbés peu à peu, l'enfant recouvrait la santé à vue d'œil, et aujourd'hui n'a plus du tout d'albumine. Ce résultat se maintiendra-t-il? Je me contente de signaler le fait acquis. Il semblerait des plus probants.

B..., à Saint-Paul-du-Vern, atteint depuis plusieurs années de néphrite chronique avec albuminurie et crise aiguës avec urémie et paralysie vésicale.

L'évacuation n'est possible qu'à la sonde jusqu'à une quantité d'urine d'environ deux litres dans la vessie.

Après deux saisons consécutives en 1908 et 1909 à Busqueilles, l'albumine a diminué dans les urines d'environ 50 %, et la possibilité d'uriner sans sonde commence à partir d'un demi litre seulement dans la vessie.

Citons aussi deux observations du Docteur DELPRAT, d'Autoire, dont l'une fort intéressante sur un cas de diabète.

X... issu de souche neuro-arthritique, ayant des fonctions digestives troublées, irrégulières, est atteint depuis son enfance de migraines intenses, mal à l'aise dès son réveil, constipé. Il se plaint de douleurs sus-orbitaires qui tantôt disparaissent, tantôt s'aggravent de vertiges, de nausées, puis de vomissements bilieux.

Une saison de 15 jours à la fontaine de Busqueilles à dose moyenne de 2 litres provoque une diurèse abondante et quelques selles liquides. Au bout de quelques jours de traitement, le réveil est normal, il n'y a plus de malaises ni de vomissements.

Le malade se trouve complètement soulagé au 15e jour. (Observation communiquée au Dr AYROLES le 25 septembre 1910.)

X..., 45 ans, se plaint de polydipsie, de lassitude, de prurit. L'analyse des urines donne 45 grammes de sucre avec 4 litres d'urine par 24 heures. C'est un diabétique, arthritique, obèse, hémorroïdaire, atteint de constipation opiniâtre.

Le 15 juillet 1909, il boit six verres à la source de Busqueilles, et augmente progressivement jusqu'à douze verres. Il obtient une diurèse abondante dans la matinée, et des selles molles. Peu à peu, dès le cinquième jour, il n'urine plus autant et sa soif diminue.

Le 22 juillet, pas de prurit, sensation de bien-être. L'analyse donne 10 gr. de sucre.

Le 30 juillet, 4 gr. de sucre.

Le 5 août, le malade très amélioré cesse le traitement. (Observation communiquée au Dr AYROLES le 26 juillet 1910.)

A la suite d'une cure à la source de Busqueilles, le Docteur Dufour, d'Allassac, en résumait les effets en ces termes :

Ces eaux produisent une véritable saignée urique. Elles nettoient le filtre rénal, excitent et facilitent le fonctionnement du foie et des glandes intestinales. Comme conséquence elles décongestionnent le cerveau, augmentent l'appétit, régularisent et procurent une meilleure assimilation. (Observation communiquée au Dr Ayroles le 1er juin 1920).

De ces quelques observations relatives à l'emploi des eaux de Busqueilles, il ressort deux indications cliniques certaines :

— une action diurétique, et,
— une action laxative,

auxquelles s'ajoute, sans doute, un léger effet antianémique dû à la petite quantité de fer qui s'y trouve dissous.

## CHAPITRE II

## Expérimentations

Plusieurs expérimentations relatives à l'action laxative ayant été pratiquées avec d'autres eaux sulfatées calciques et magnésiennes, nous avons effectué l'étude expérimentale de l'eau de Busqueilles pour établir particulièrement sa valeur diurétique et son action sur les variations du taux de la calcémie (25), (40).

*Techniques employées.* — Comme animal d'expérimentation nous avons choisi le chien, sa taille et son volume nous permettant d'effectuer nos essais dans les meilleures conditions.

C'est ainsi que pour l'étude de la diurèse nous nous sommes adressés à des chiens pesant entre 6 et 8 kg.

Ces animaux n'avaient jamais au préalable reçu d'eau minérale et étaient à jeun depuis 24 heures avant chaque expérimentation.

Nous avons employé comme anesthésique le chloralose pur dont nous injections, par la voie intraveineuse, 10 $cm^3$ par kg. de poids vif, d'une solution à 10 gr. par litre, ce qui procurait une anesthésie de quatre heures environ, durée de chaque expérimentation.

L'anesthésie pratiquée au chloralose a été choisie car elle permet de maintenir l'animal soumis à l'expérimentation dans un sommeil profond, éliminant les contractions musculaires qui peuvent fausser les mesures et augmenter la ventilation pulmonaire. D'autre part, l'action du chloralose sur la diurèse est bien connue à la suite des travaux de Santenoise. Pour cet auteur, « l'anesthésie au chloralose, à la condition d'être minutieusement réglée, permet d'obtenir un débit urinaire parfaitement régulier, et dans ces conditions le chloralose s'avère dépourvu de toute influence

susceptible de modifier ce débit de façon durable et de nature à perturber l'évolution réelle et normale des résultats de l'expérience » (39). En outre, nous avons toujours rigoureusement opéré dans les mêmes conditions d'anesthésie pour l'eau de Busqueilles comme pour l'eau témoin.

L'eau de Busqueilles, prélevée le plus récemment possible au griffon et conservée dans des récipients à l'abri de l'air, était administrée à la température du griffon, à la dose de 20 $cm^3$ par kilogramme de poids.

Afin d'éviter la variation de l'élimination pulmonaire, nous maintenions l'animal pendant toute la durée de l'expérimentation à une température constante entre 18° et 20° C. suivant la température extérieure.

Avant toute opération, le chien était pesé sur une bascule à réglette permettant d'apprécier le gramme.

Après évacuation de la vessie au moyen d'une sonde urétrale, que nous laissions en place jusqu'à la fin de l'expérimentation afin d'évaluer d'une manière précise le volume urinaire, nous faisions absorber l'eau au chien par sonde œsophagienne à la dose de 20 $cm^3$ par kg. de poids. Sur les premières urines, provenant de l'évacuation de la vessie, nous dosions l'urée et les chlorures.

Ces opérations terminées, nous replacions l'animal sur la balance où il était à nouveau pesé, ce poids étant celui du temps $t_0$. mentionné sur nos courbes.

Simultanément tous les quarts d'heure nous mesurions le volume urinaire émis ainsi que la perte de poids représentant le poids d'urine émise et la ventilation pulmonaire.

Sur chaque chien deux expérimentations furent effectuées dans des conditions identiques après un repos de quinze jours :

a) Avec de l'eau déminéralisée,

b) Avec l'eau de Busqueilles.

Il nous a paru nécessaire d'opérer une épreuve de diurèse avec de l'eau déminéralisée afin d'avoir une échelle de comparaison, sachant toutefois qu'une eau totalement déminéralisée n'existe pas dans la nature.

Enfin, pour essayer de déterminer quelle sorte de diurèse provoquait l'eau de Busqueilles (aqueuse, azotée, chlorurée) nous avons recherché sur les divers échantillons des urines recueillis dans nos expérimentations, les variations des taux de la concentration uréique et des chlorures ainsi que leur débit par trente minutes.

Pour l'étude de la calcémie, l'eau de Busqueilles était ad-

ministrée par sonde œsophagienne aux doses de 10 et 20 $cm^3$ par kg. de poids à des chiens anesthésiés au chloralose.

Les prises de sang étaient effectuées à l'artère carotide. Nous avons pratiqué la première avant l'administration de l'eau afin de contrôler les calcémies des animaux.

Après l'absorption de l'eau, temps $t_0$ mentionné sur nos courbes, nous faisions quatre prises de sang dans la première heure, deux dans la deuxième, et la dernière au bout de trois heures.

Nous avons utilisé, pour le dosage du calcium, la méthode de KRAMER-TISDALL modifiée par CLARK-COLLIP (44).

Dans cette technique le calcium est précipité directement du sang à l'état d'oxalate. Ce dernier est titré au moyen de permanganate de potassium.

## I. — ETUDE DE LA DIURESE

Expérience n° 1, le 10 octobre 1950 :

— Chien ♀ n° 1 de 7 kg. 150.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau déminéralisée (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grs 0/00 | Débit uréique en gr. p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau | 7.150 | — | — | 15,8 | — |
| Adm. d'eau ..... | 7.285 | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 7.285 | 0 | 0 | — | — |
| 0 h. 30 | 7.273 | 12 | 3,2 | 17 | 0,054 |
| 0 h. 45 | 7.266 | 7 | 7,2 | — | — |
| 1 h. | 7.258 | 8 | 3 | 12 | 0,122 |
| 1 h. 15 | 7.255 | 3 | 1,5 | — | — |
| 1 h. 30 | 7.250 | 5 | 1,4 | 16 | 0,072 |
| 1 h. 45 | 7.244 | 6 | 2,5 | — | — |
| 2 h. | 7.240 | 4 | 2,4 | 16,2 | 0,079 |
| 2 h. 15 | 7.233 | 4 | 3,2 | — | — |
| 2 h. 30 | 7.230 | 3 | 2,6 | 15 | 0,087 |
| 2 h. 45 | 7.225 | 5 | 3,5 | — | — |
| 3 h. | 7.222 | 3 | 3,8 | 15,5 | 0,113 |
| 3 h. 15 | 7.211 | 11 | 3 | — | — |
| 3 h. 30 | 7.206 | 5 | 3,6 | 16 | 0,105 |
| 3 h. 45 | 7.204 | 2 | 4,3 | — | — |
| 4 h. | 7.200 | 4 | 6,7 | 15 | 0,165 |
| Totaux ..... | — | 82 | 52,2 | — | — |

Expérience n° 1 *bis*, le 25 octobre 1950 :

— Même chien ♀ n° 1 de 7 kg. 160.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau de Busqueilles (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grs 0/00 | Débit uréique en gr. p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau | 7.160 | - | - | 15,12 | — |
| Adm. d'eau ..... | 7.280 | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 7.280 | 0 | 0 | — | — |
| 0 h. 30 | 7.266 | 14 | 0.8 | 14,14 | 0,011 |
| 0 h. 45 | 7.261 | 5 | 3,8 | — | — |
| 1 h. | 7.247 | 14 | 12,7 | 3,41 | 0,056 |
| 1 h. 15 | 7.224 | 23 | 15,7 | — | — |
| 1 h. 30 | 7.206 | 18 | 13,7 | 2,68 | 0,078 |
| 1 h. 45 | 7.195 | 11 | 14,9 | — | — |
| 2 h. | 7.181 | 14 | 13,6 | 2,92 | 0,082 |
| 2 h. 15 | 7.176 | 5 | 8,6 | — | — |
| 2 h. 30 | 7.170 | 6 | 4,5 | 6,1 | 0,079 |
| 2 h. 45 | 7.174 | 6 | 4,8 | - | — |
| 3 h. | 7.161 | 4 | 3,5 | 7,56 | 0,062 |
| 3 h. 15 | 7.158 | 3 | 2,4 | 12,19 | 0,029 |
| 3 h. 30 | | | | | |
| Totaux ..... | — | 123 | 99 | — | — |

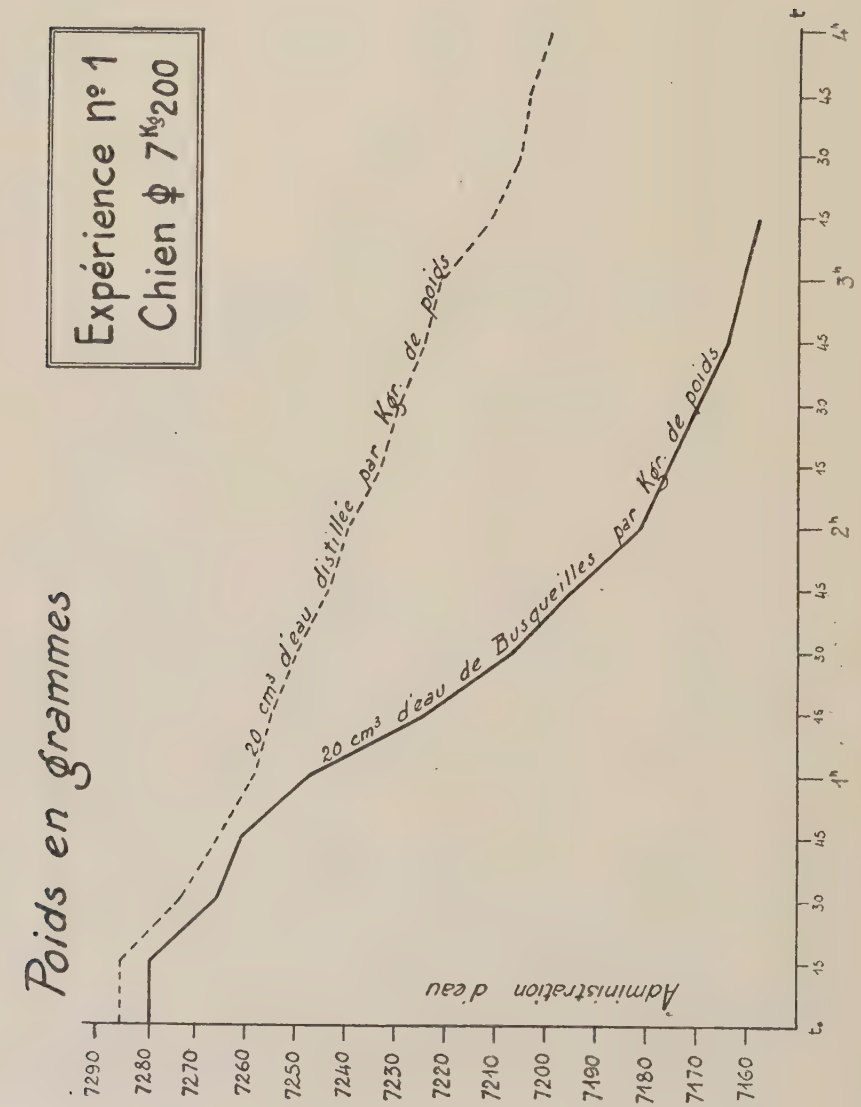


Figure 9. — Courbes des pertes de poids.

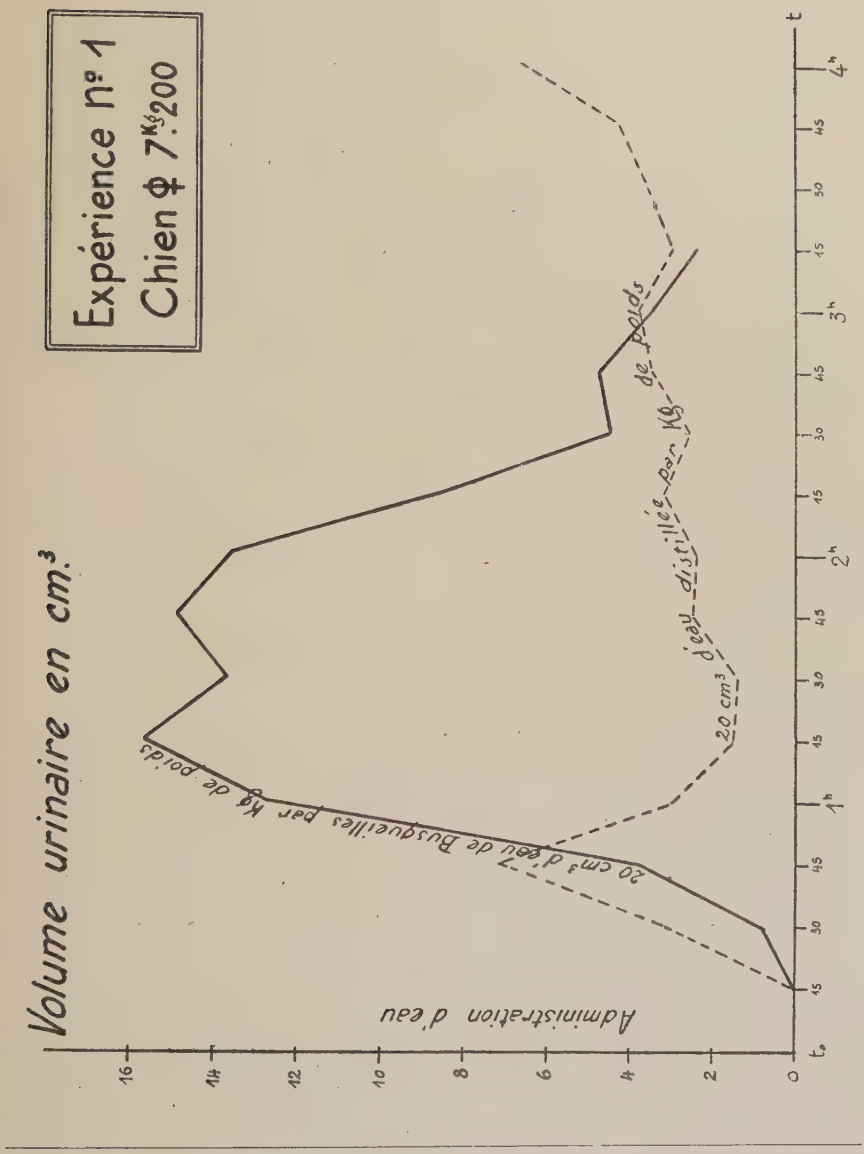


Figure 10. — Courbes des volumes urinaires.

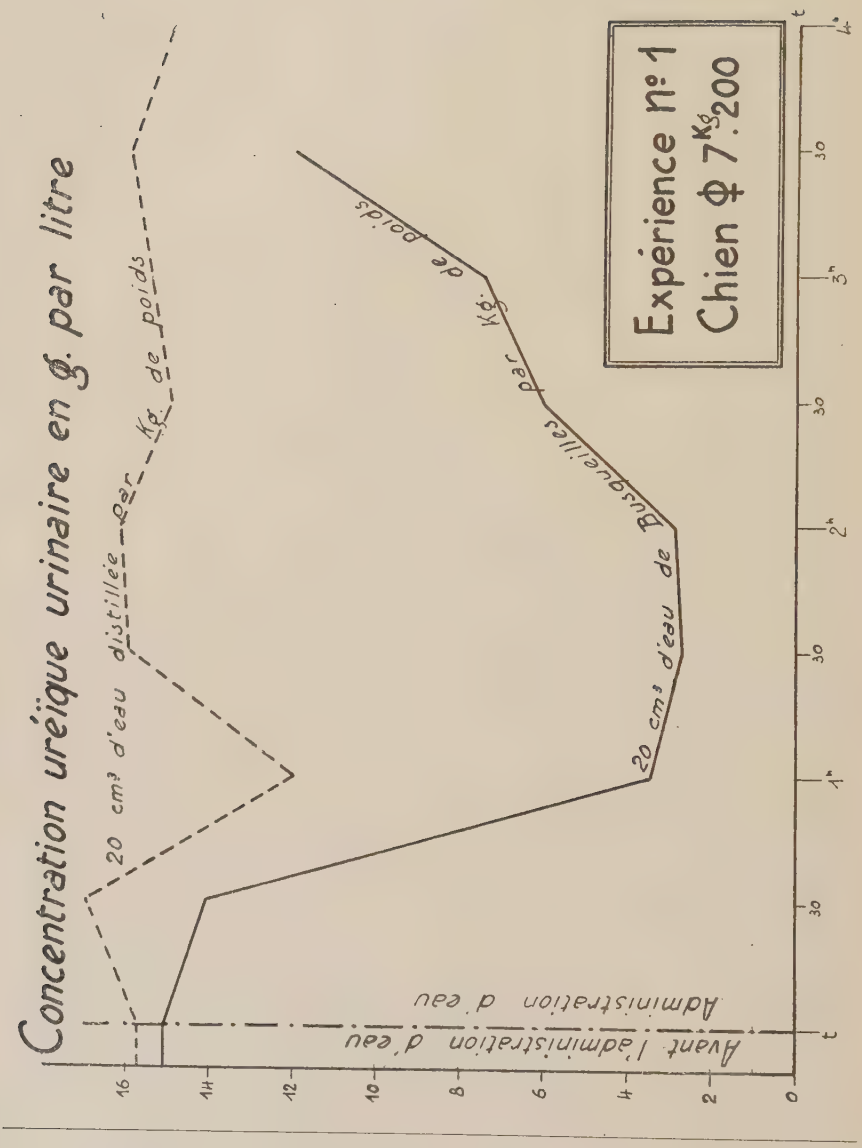


Figure 11. — Courbes des concentrations uréiques urinaires.

Expérience n° 2, le 6 novembre 1950 :

— Chien ♂ n° 2 de 7 kg. 145.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau déminéralisée (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grs 0/00 | Débit uréique en gr. p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau | 7.145 | — | — | 19,3 | — |
| Adm. d'eau ..... | 7.285 | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 7.280 | 5 | 4,2 | — | — |
| 0 h. 30 | 7.274 | 6 | 5 | 11,8 | 0,107 |
| 0 h. 45 | 7.262 | 12 | 7,1 | — | — |
| 1 h. | 7.244 | 8 | 3,3 | 9 | 0,093 |
| 1 h. 15 | 7.237 | 7 | 9,8 | — | — |
| 1 h. 30 | 7.235 | 2 | 7,7 | 10,4 | 0,182 |
| 1 h. 45 | 7.224 | 11 | 4,8 | — | — |
| 2 h. | 7.218 | 6 | 3,6 | 12,6 | 0,105 |
| 2 h. 15 | 7.214 | 4 | 2,4 | — | — |
| 2 h. 30 | 7.212 | 2 | 2,2 | 16,2 | 0,074 |
| 2 h. 45 | 7.208 | 4 | 2,2 | — | — |
| 3 h. | 7.204 | 4 | 1,7 | 18,5 | 0,072 |
| 3 h. 15 | 7.199 | 5 | 1,5 | — | — |
| 3 h. 30 | 7.194 | 5 | 2,3 | 20,3 | 0,077 |
| 3 h. 45 | 7.188 | 6 | 2,9 | 19,3 | 0,100 |
| Totaux ..... | — | 87 | 60,7 | — | — |

Expérience n° 2 *bis*, le 22 novembre 1950 :

— Même chien ♂ n° 2 de 7 kg. 120.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau de Busqueilles (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grs 0/00 | Débit uréique en gr. p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau | 7.120 | — | — | 18,5 | — |
| Adm. d'eau ..... | 7.260 | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 7.258 | 2 | 0,7 | — | — |
| 0 h. 30 | 7.258 | 0 | 1,2 | 18,1 | 0,034 |
| 0 h. 45 | 7.246 | 12 | 7,4 | — | — |
| 1 h. | 7.230 | 16 | 15,4 | 6,2 | 0,141 |
| 1 h. 15 | 7.211 | 19 | 17,8 | — | — |
| 1 h. 30 | 7.192 | 19 | 15,3 | 6 | 0,198 |
| 1 h. 45 | 7.180 | 12 | 10 | — | — |
| 2 h. | 7.173 | 7 | 6 | 8,5 | 0,116 |
| 2 h. 15 | 7.168 | 5 | 3 | — | — |
| 2 h. 30 | 7.160 | 8 | 3,5 | 9 | 0,058 |
| 2 h. 45 | 7.153 | 7 | 3 | — | — |
| 3 h. | 7.148 | 5 | 2,8 | 10,6 | 0,062 |
| 3 h. 15 | 7.145 | 3 | 3,4 | 14,9 | 0,050 |
| 3 h. 30 | | | | | |
| Totaux ..... | | 95 | 89,5 | — | — |

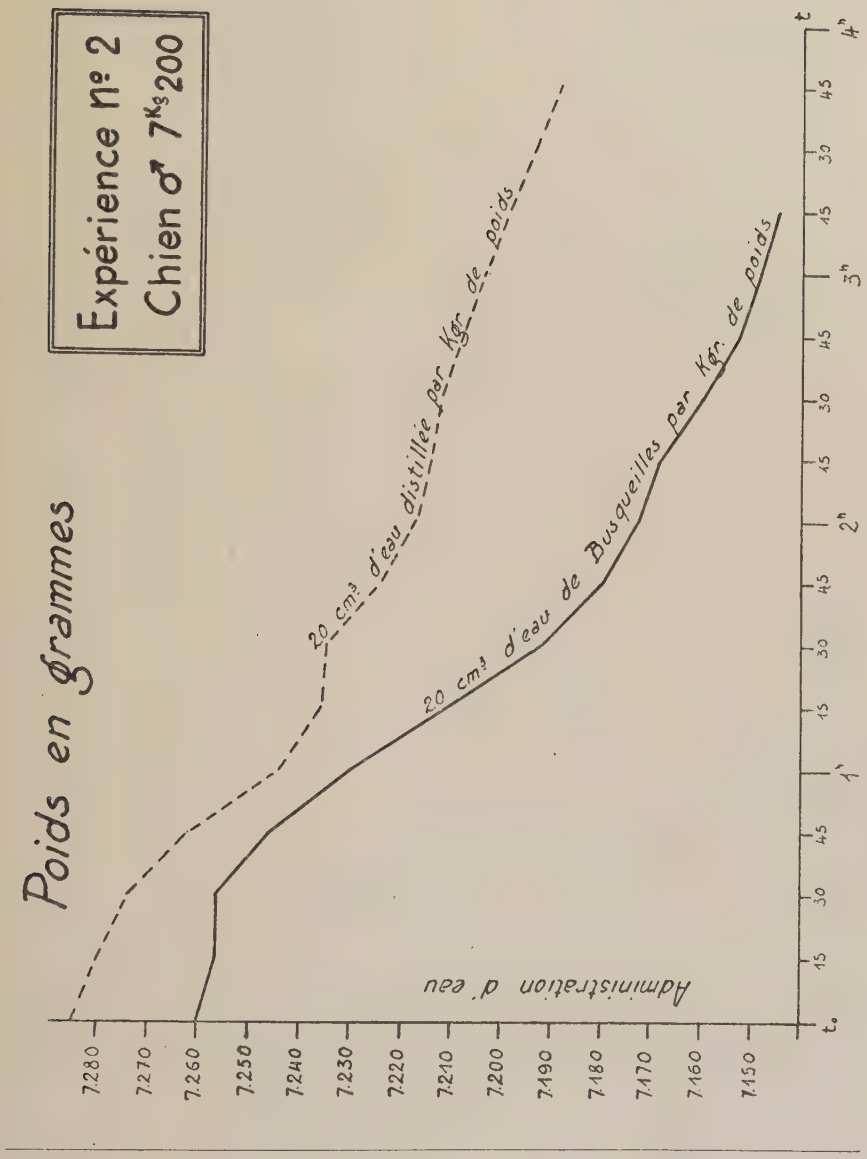


Figure 12. — Courbes des pertes de poids.

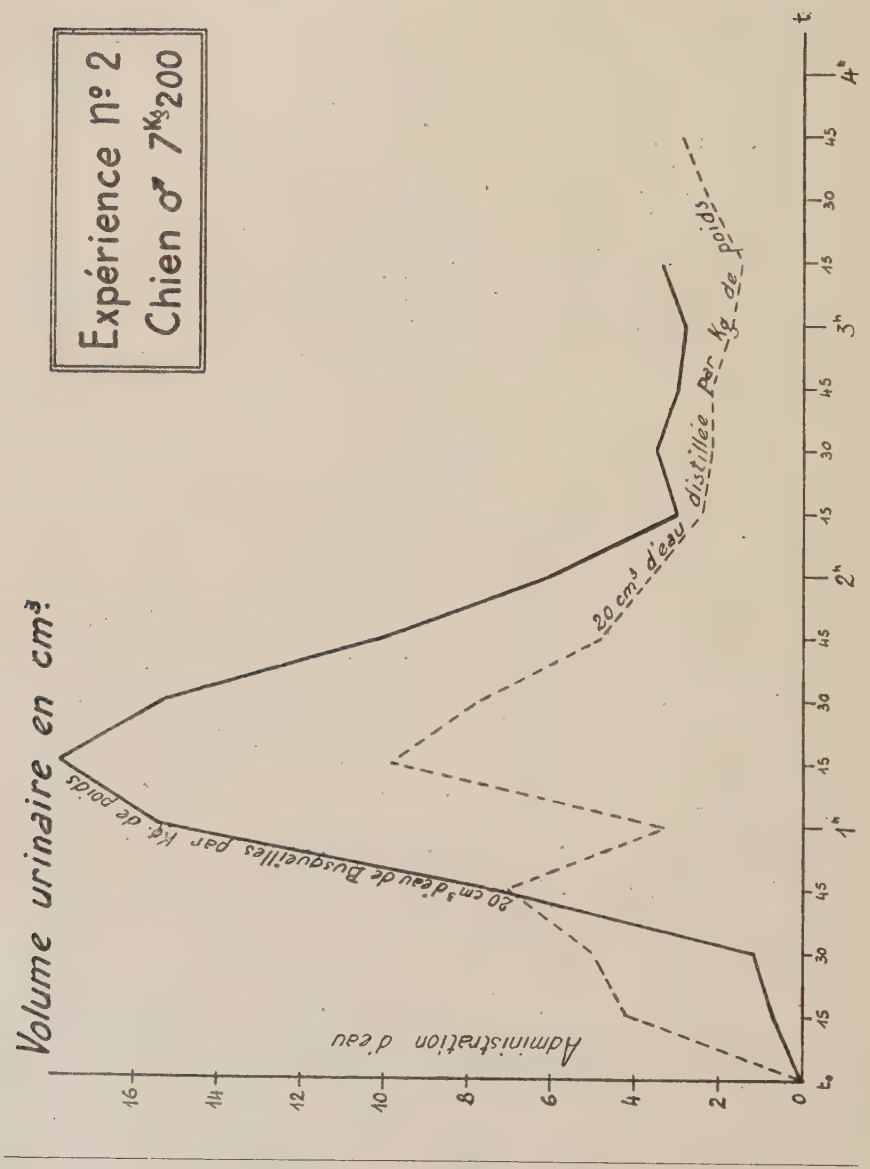


Figure 13. — Courbes des volumes urinaires.

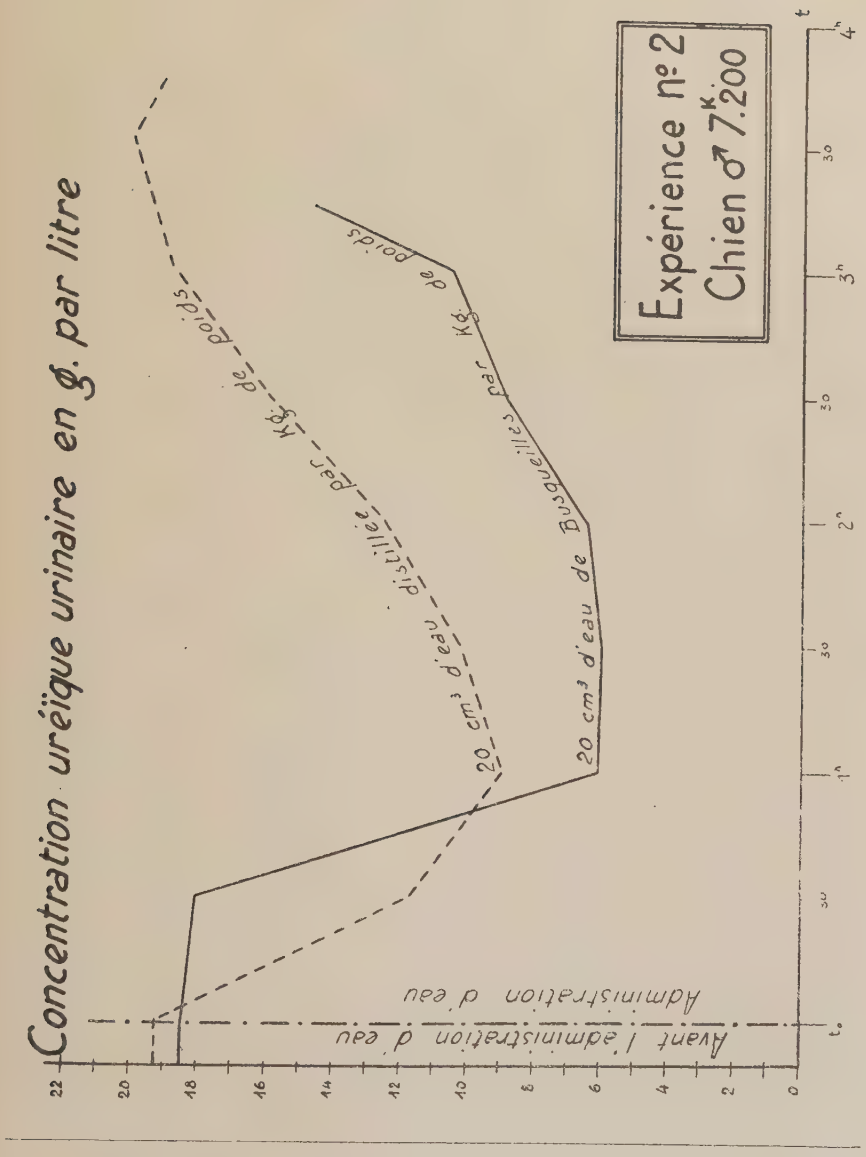


Figure 14. — Courbes des concentrations uréiques urinaires.

Expérience n° 3, le 21 décembre 1950 :

— Chien ♀ n° 3 de 6 kg. 900.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau déminéralisée (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grammes 0/00 | Chlorur. urinaire en grammes de ClNa 0/00 | Débit uréique en grammes p. 30' | Débit chlorur. en grammes de ClNa p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau. | 6.900 | — | — | 17,7 | 2,23 | — | — |
| Adm. d'eau. | 7.053 | — | — | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 7.051 | 2 | 1,7 | — | — | — | — |
| 0 h. 30 | 7.045 | 6 | 1,9 | 14 | 2,70 | 0,050 | 0,010 |
| 0 h. 45 | 7.042 | 3 | 3,6 | — | — | — | — |
| 1 h. | 7.040 | 2 | 2,9 | 13,2 | 2,42 | 0,085 | 0,015 |
| 1 h. 15 | 7.034 | 6 | 6,3 | — | — | — | — |
| 1 h. 30 | 7.020 | 21 | 21,5 | 12,8 | 2,37 | 0,355 | 0,066 |
| 1 h. 45 | 7.003 | 17 | 27 | — | — | — | — |
| 2 h. | 6.979 | 24 | 11,1 | 10,3 | 2,12 | 0,392 | 0,080 |
| 2 h. 15 | 6.968 | 11 | 1 | — | — | — | — |
| 2 h. 30 | 6.959 | 9 | 9,7 | 14,7 | 2,19 | 0,157 | 0,023 |
| 2 h. 45 | 6.950 | 9 | 1,6 | — | — | — | — |
| 3 h. | 6.950 | 0 | 1,8 | 15,2 | 2,23 | 0,050 | 0,007 |
| 3 h. 15 | 6.950 | 0 | 3,8 | — | — | — | — |
| 3 h. 30 | 6.950 | 0 | 0,6 | 16,6 | 2,58 | 0,073 | 0,011 |
| 3 h. 45 | 6.942 | 8 | 0,2 | — | — | — | — |
| 4 h. | 6.942 | 0 | 3,3 | 15,3 | 2,23 | 0,053 | 0,007 |
| Totaux.... | — | 118 | 98 | — | — | — | — |

Expérience n° 3 *bis*, le 6 janvier 1951.

— Même chien ♀ n° 3 de 6 kg. 875.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau de Busqueilles (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grammes 0/00 | Chlorur. urinaire en grammes de ClNa 0/00 | Débit uréique en grammes p. 30' | Débit chlorur. en grammes de ClNa p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau. | 6.875 | — | — | 15,60 | 2,34 | — | — |
| Adm. d'eau. | 7.045 | — | — | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 7.035 | 10 | 2,1 | — | — | — | — |
| 0 h. 30 | 7.022 | 13 | 16,3 | 9,60 | 0,23 | 0,176 | 0,004 |
| 0 h. 45 | 7.000 | 22 | 31,5 | — | — | — | — |
| 1 h. | 6.960 | 40 | 30 | 4,50 | 0,11 | 0,276 | 0,007 |
| 1 h. 15 | 6.900 | 60 | 54 | — | — | — | — |
| 1 h. 30 | 6.883 | 17 | 25 | 2,80 | 0,06 | 0,221 | 0,005 |
| 1 h. 45 | 6.867 | 15 | 9,5 | — | — | — | — |
| 2 h. | 6.845 | 22 | 19,2 | 3,80 | 0,81 | 0,119 | 0,023 |
| 2 h. 15 | 6.837 | 8 | 2 | — | — | — | — |
| 2 h. 30 | 6.830 | 7 | 5 | 5,40 | 1,46 | 0,037 | 0,010 |
| 2 h. 45 | 6.820 | 10 | 3,4 | — | — | — | — |
| 3 h. | 6.812 | 8 | 4,2 | 11,60 | 5,26 | 0,088 | 0,048 |
| 3 h. 15 | 6.795 | 17 | 10,8 | 12,80 | 4,21 | 0,138 | 0,045 |
| Totaux.... | — | 249 | 213 | — | — | — | — |

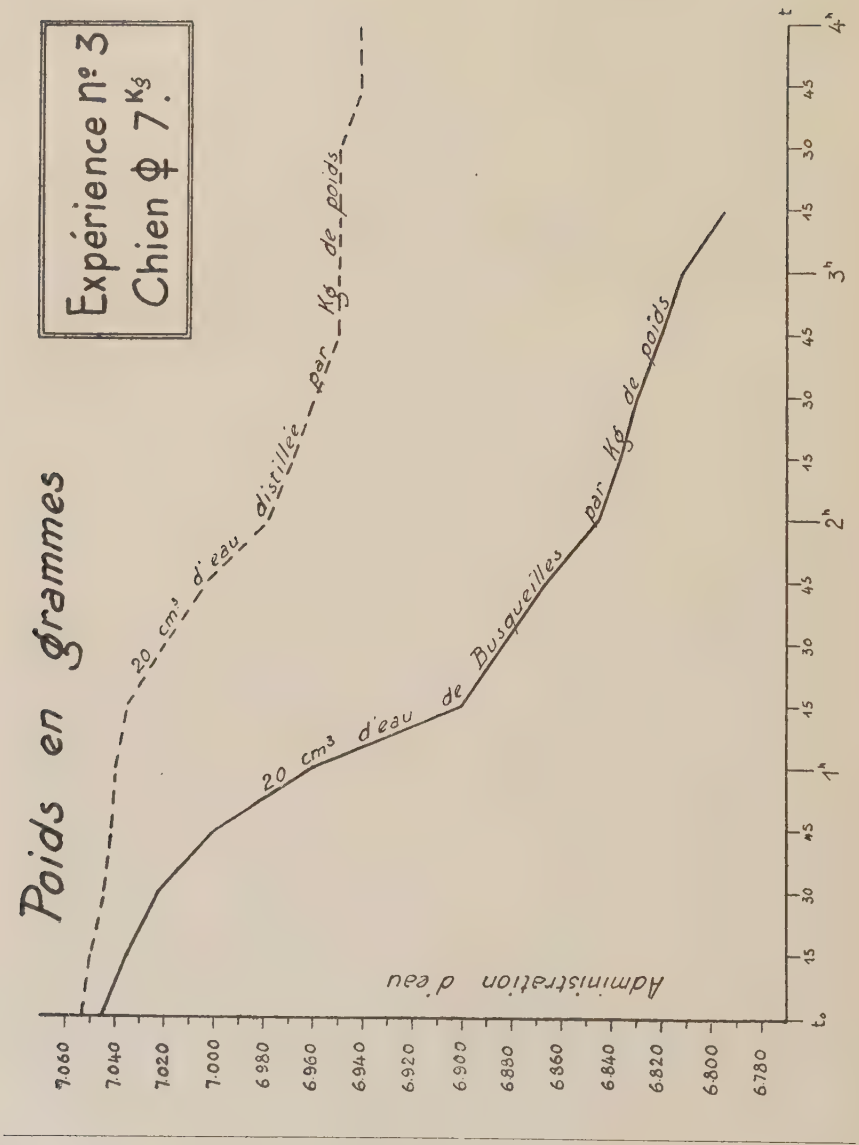


Figure 15. — Courbes des pertes de poids.

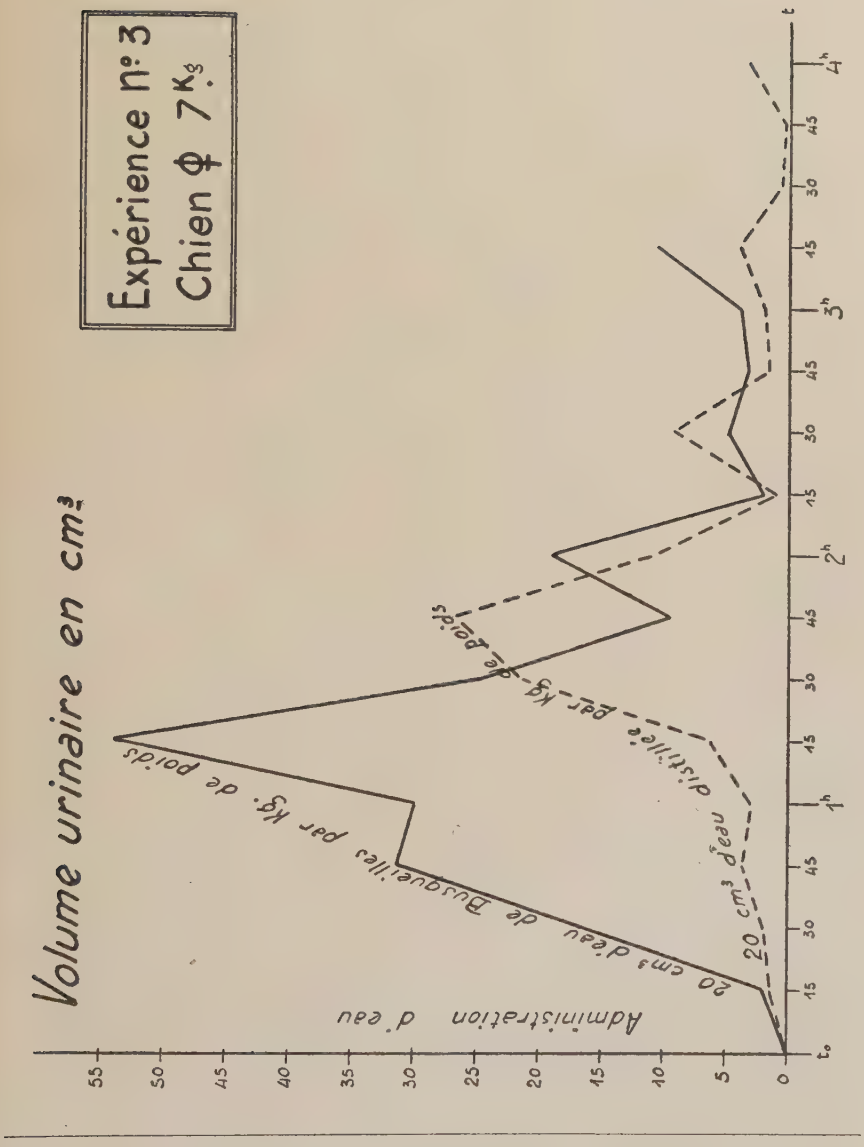


Figure 16. — Courbes des volumes urinaires.

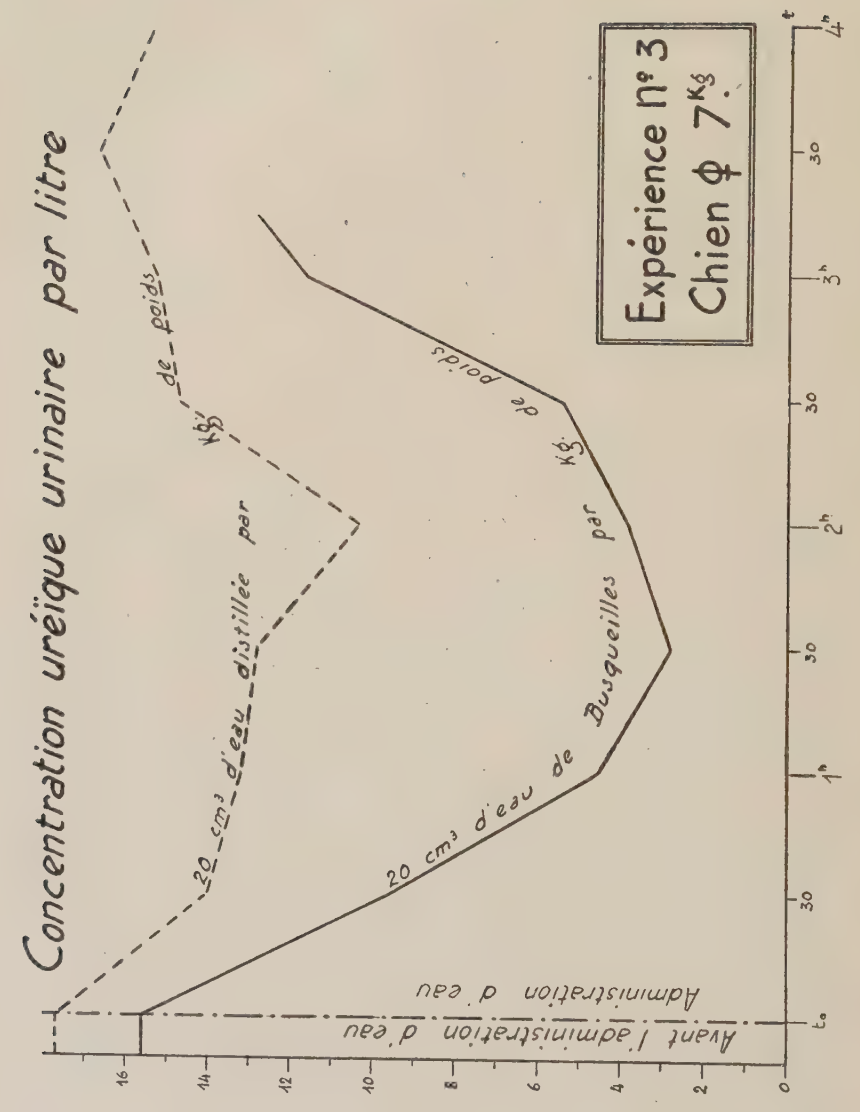


Figure 17. — Courbes des concentrations uréiques urinaires.

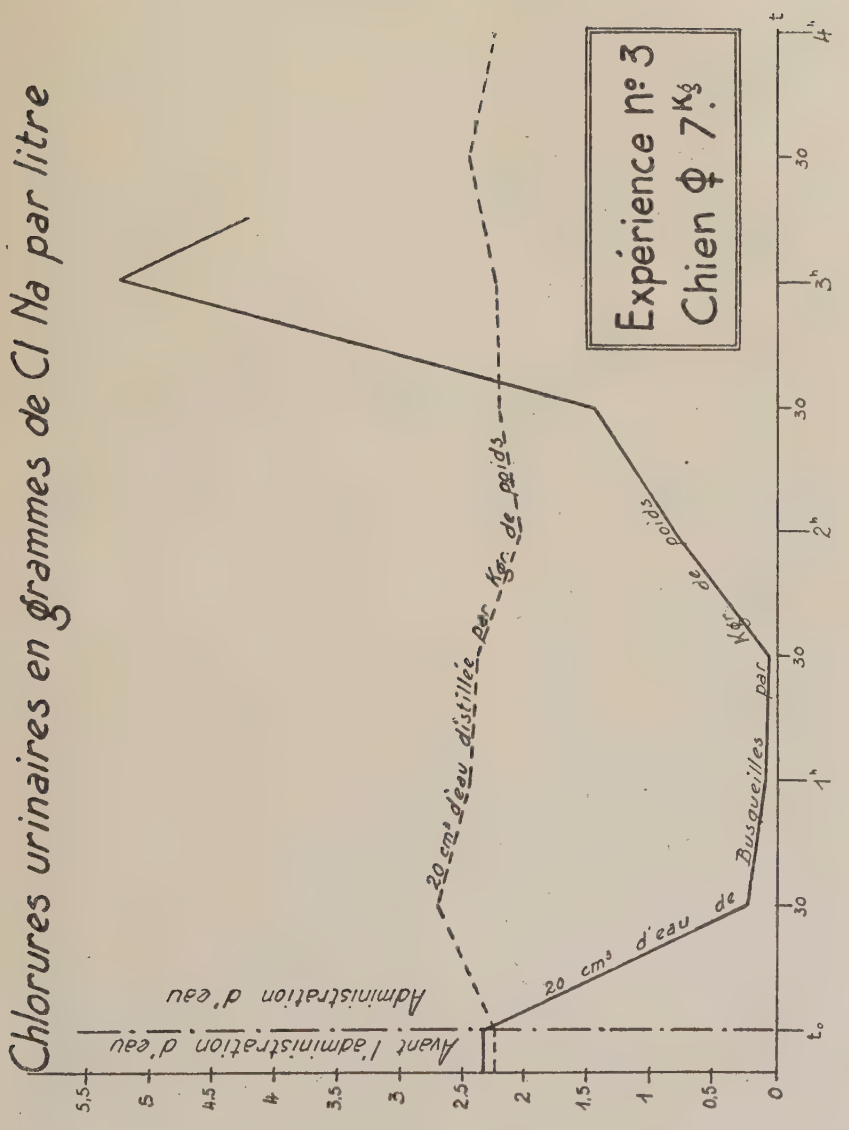


Figure 18. — Courbes des concentrations chloruriques.

Expérience n° 4, le 8 février 1951 :

— Chien ♂ n° 4 de 8 kg. 525.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau déminéralisée (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grammes 0/00 | Chlorur. urinaire en grammes de ClNa 0/00 | Débit uréique en grammes p. 30' | Débit chlorur. en grammes de ClNa p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau. | 8.525 | — | — | 15 | 15,3 | — | — |
| Adm. d'eau. | 8.691 | — | — | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 8.691 | 0 | 1,1 | — | — | — | — |
| 0 h. 30 | 8.686 | 5 | 1,9 | 14,9 | 17 | 0,044 | 0,051 |
| 0 h. 45 | 8.682 | 4 | 0,8 | — | — | — | — |
| 1 h. | 8.678 | 4 | 0,7 | 14,3 | 10,8 | 0,021 | 0,016 |
| 1 h. 15 | 8.675 | 3 | 1,5 | — | — | — | — |
| 1 h. 30 | 8.670 | 5 | 2,5 | 14,4 | 10,7 | 0,057 | 0,042 |
| 1 h. 45 | 8.660 | 10 | 9,7 | — | — | — | — |
| 2 h. | 8.647 | 13 | 17,7 | 8,3 | 6,8 | 0,227 | 0,186 |
| 2 h. 15 | 8.623 | 24 | 22,4 | — | — | — | — |
| 2 h. 30 | 8.620 | 3 | 10,7 | 10,5 | 8 | 0,347 | 0,264 |
| 2 h. 45 | 8.620 | 0 | 1,7 | — | — | — | — |
| 3 h. | 8.620 | 0 | 0,2 | 11,2 | 12,4 | 0,021 | 0,023 |
| 3 h. 15 | 8.616 | 4 | 4,2 | — | — | — | — |
| 3 h. 30 | 8.612 | 4 | 3,3 | 12,8 | 15,2 | 0,096 | 0,114 |
| 3 h. 45 | | | | | | | |
| Totaux.... | — | 79 | 68,4 | — | — | — | — |

Expérience n° 4 *bis*, le 21 février 1951 :

— Même chien ♂ n° 4 de 8 kg. 592.
— Anesthésie au chloralose (0,10 gr. par kg.).
— Administration d'eau de Busqueilles (20 cm³ par kg.).

| Temps | Poids en grammes | Perte Poids en grammes | Volume urinaire en cm³ | Urée urinaire en grammes 0/00 | Chlorur. urinaire en grammes de ClNa 0/00 | Débit uréique en grammes p. 30' | Débit chlorur. en grammes de ClNa p. 30' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avant l'adm. d'eau. | 8.592 | — | — | 15 | 12,8 | — | — |
| Adm. d'eau. | 8.758 | — | — | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 8.755 | 3 | 0 | — | — | — | — |
| 0 h. 30 | 8.733 | 22 | 16 | 13,4 | 11,9 | 0,214 | 0,190 |
| 0 h. 45 | 8.695 | 38 | 30 | — | — | — | — |
| 1 h. | 8.668 | 27 | 14,7 | 8,1 | 7,3 | 0,362 | 0,326 |
| 1 h. 15 | 8.633 | 35 | 22,5 | — | — | — | — |
| 1 h. 30 | 8.605 | 28 | 31 | 8,2 | 7,5 | 0,438 | 0,401 |
| 1 h. 45 | 8.583 | 22 | 13 | — | — | — | — |
| 2 h. | 8.567 | 16 | 11,4 | 4 | 3,7 | 0,097 | 0,090 |
| 2 h. 15 | 8.562 | 5 | 3 | — | — | — | — |
| 2 h. 30 | 8.559 | 3 | 1,8 | 2,8 | 3,7 | 0,025 | 0,018 |
| 2 h. 45 | | | | | | | |
| Totaux.... | — | 199 | 143,4 | — | — | — | — |

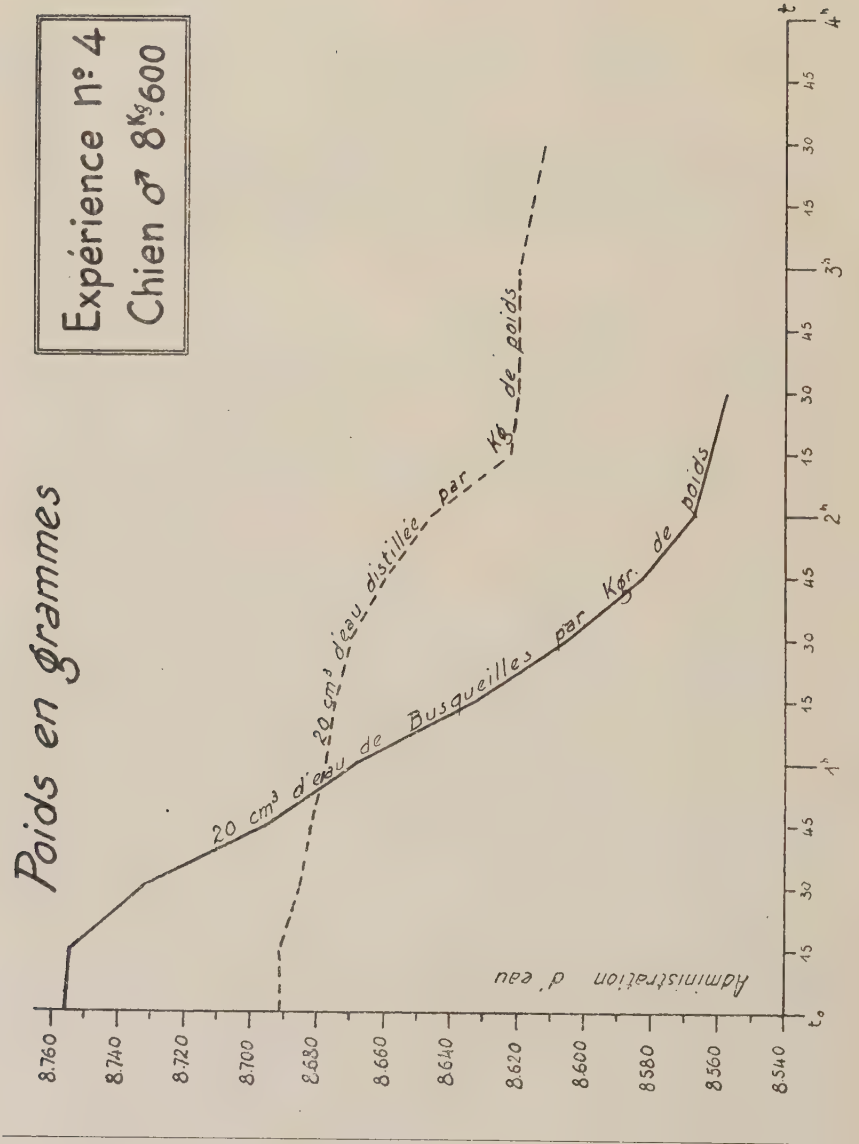


Figure 19. — Courbes des pertes de poids.

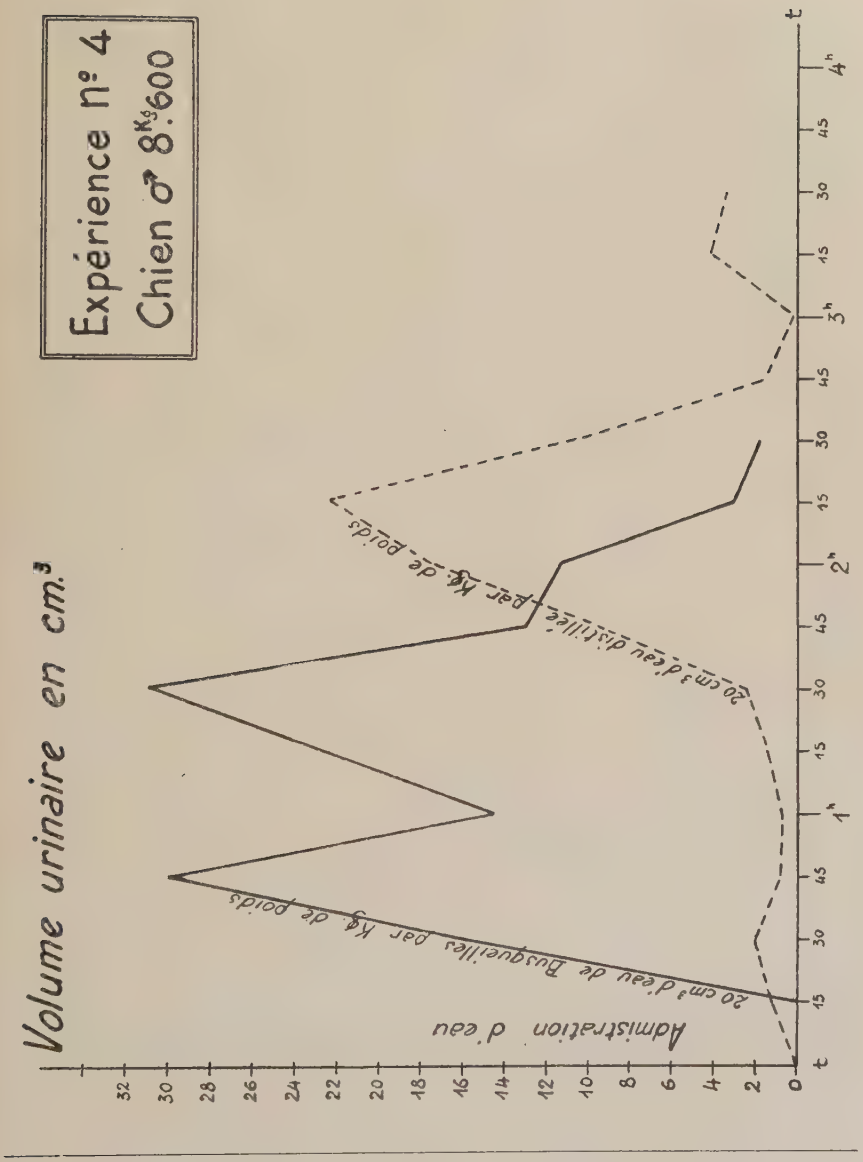


Figure 20. — Courbes des volumes urinaires.

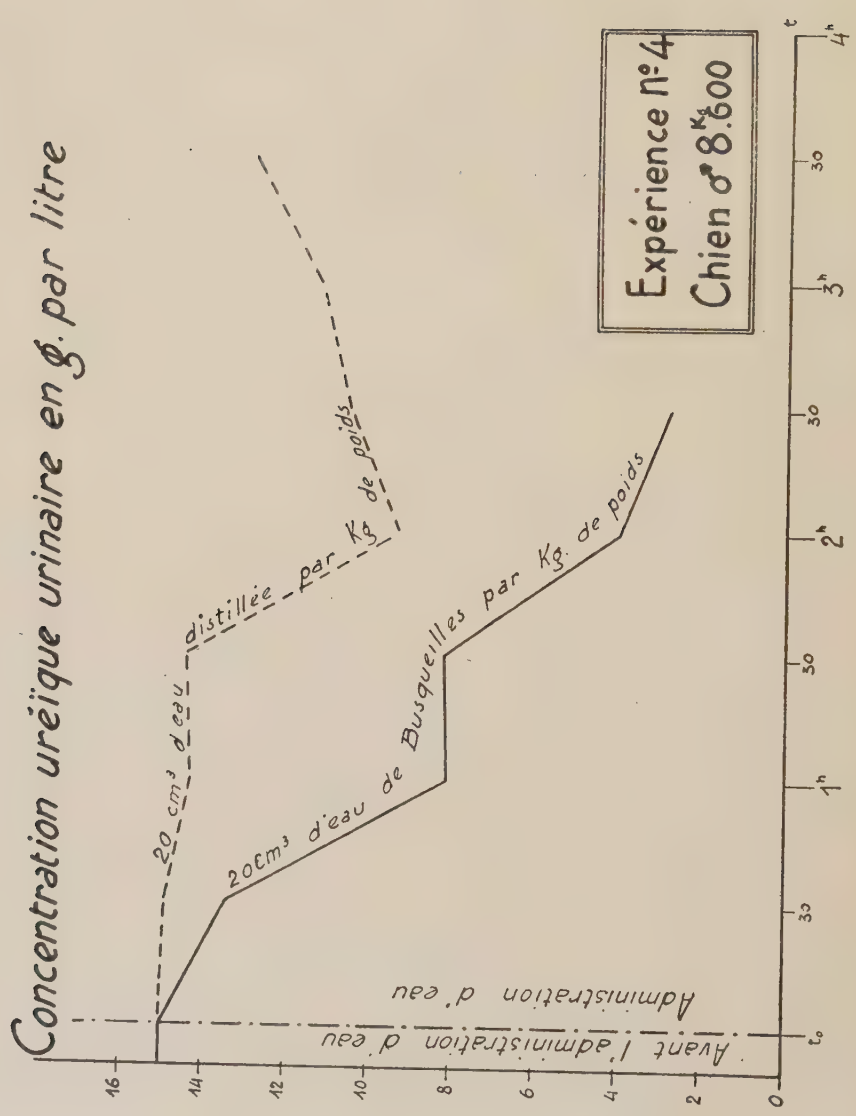


Figure 21. — Courbes des concentrations uréiques urinaires.

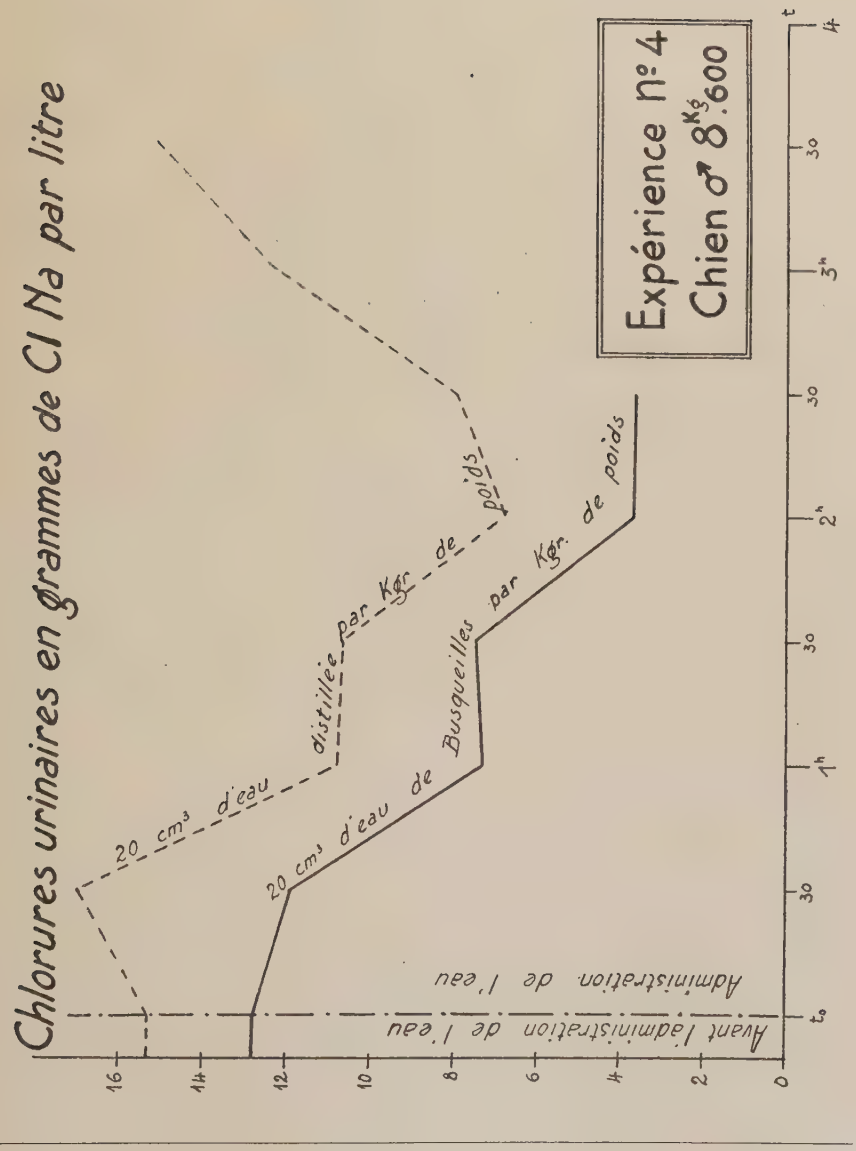


Figure 22. — Courbes des concentrations chloruriques.

## II. — ETUDE DES VARIATIONS DU TAUX DE LA CALCEMIE

Chiens anesthésiés au chloralose (0,10 gr. par kilo).

Prélèvement du sang par ponction carotidienne.

Expérience n° 5 — le 3 mars 1951 — Chien ♀ 10 kg. 400
Expérience n° 6 — le 17 mars 1951 — Chien ♀ 11 kg.
Expérience n° 7 — le 5 avril 1951 — Chien ♂ 8 kg. 840
Expérience n° 8 — le 11 avril 1951 — Chien ♀ 12 kg. 950

*Calcium sanguin en milligrammes pour* 100 cm³ *de sérum.*

| Temps | 20 cm³ d'eau de Busqueilles par kg. de poids | | | 10 cm³ d'eau de Busqueilles par kg. de poids |
|---|---|---|---|---|
| | Chien n° 5 10 kg. 400 | Chien n° 6 11 kg. | Chien n° 7 8 kg. 840 | Chien n° 8 12 kg. 950 |
| Avant l'administration d'eau | 10 | 11 | 7,7 | 8,5 |
| Administration de l'eau | — | — | — | — |
| 0 h. 15 | 9,5 | 9,8 | 6,9 | 9,3 |
| 0 h. 30 | 10,5 | 11 | 7,7 | 7,5 |
| 0 h. 45 | 10 | 12 | 6,1 | 9,5 |
| 1 h. | 8,5 | 12 | 6 | 8,5 |
| 1 h. 30 | 10 | 10,5 | 6,9 | 9,3 |
| 2 h. | 9 | — | 6,5 | 8,5 |
| 2 h. 30 | | 9,5 | | |
| 3 h. | 10,2 | — | 7,4 | 9,6 |

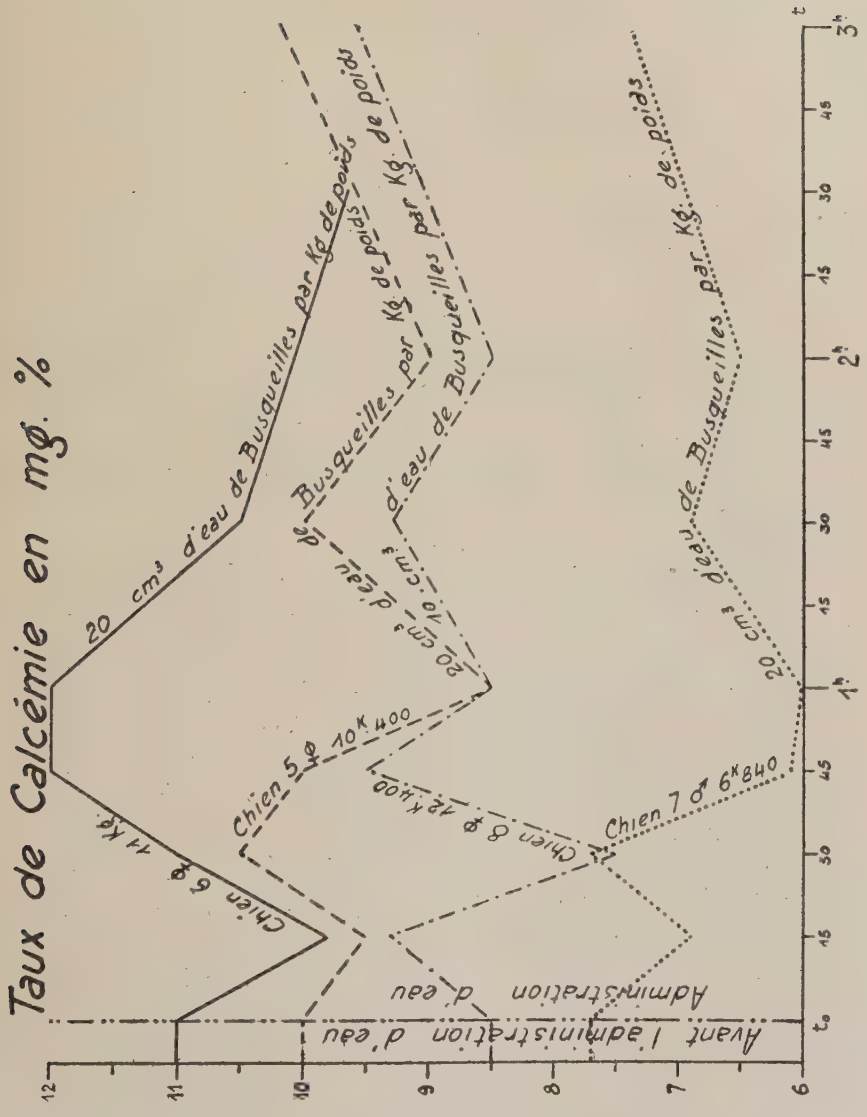


Figure 23. — Courbes des variations des taux de calcémie.

## INTERPRETATION DES RESULTATS

### 1. — DIURESE.

A la lumière de nos expérimentations pratiquées sur quatre sujets, nous pouvons penser que l'eau de Busqueilles provoque une diurèse intense dont le maximum se situerait entre 1 h. 15 et 1 h. 30 après son administration.

Ce paroxysme de la diurèse est précédé le plus souvent d'un ralentissement plus ou moins marqué de l'élimination urinaire.

Les dosages de l'urée et des chlorures, effectués sur les différents échantillons d'urine prélevés au cours de nos expérimentations, ont montré que l'augmentation du volume urinaire s'accompagnait d'un abaissement de la concentration de ces substances dans l'urine. Mais si nous envisageons le débit uréique ou le débit chlorurique, obtenu en faisant le produit de la concentration de la substance envisagée par le débit pendant trente minutes, nous avons une augmentation de la quantité de substance dissoute dans l'urine.

Il semble bien que l'eau de Busqueilles produise essentiellement une diurèse aqueuse s'accompagnant secondairement d'une diurèse chlorurée et azotée.

En effet, le débit uréique normal par trente minutes d'un chien de 6 à 8 kg. varie entre 0 gr. 150 et 0 gr. 200, alors qu'au cours de nos expérimentations il s'est élevé jusqu'à 0 gr. 270 et 0 gr. 440, indiquant ainsi une légère dépuration.

Nous avons opéré sur des animaux sains, possédant un excellent état général. S'ils avaient eu une urémie élevée, nous aurions sans doute obtenu des résultats différents.

En conclusion, nous pouvons déduire que l'ingestion de l'eau de Busqueilles provoque une diurèse aqueuse abondante et précoce pouvant s'expliquer par une résorption digestive rapide due à sa minéralisation. L'eau déminéralisée, en effet, absorbée dans les mêmes conditions, s'est éliminée

au cours de chaque expérimentation bien plus lentement et d'une manière moins complète pour une durée d'expérience identique.

## 2. — CALCEMIE.

Le taux de calcémie des quatre chiens ayant absorbé de l'eau de Busqueilles a subi au cours de chaque expérience une élévation assez notable.

Dans la phase initiale de l'absorption, il semble s'installer, quinze à trente minutes après l'administration de l'eau, une légère diminution du taux de calcium sanguin.

Dans une deuxième phase, la calcémie atteint le taux initial, le dépasse même, s'abaisse pour le dépasser à nouveau à la troisième heure.

Nous pouvons penser que l'absorption de l'eau de Busqueilles, provoquant une dilution sanguine transitoire, diminuerait le taux de calcium dans le sang et qu'ensuite le passage des ions Calcium ++ serait à l'origine de l'hypercalcémie.

# CONCLUSIONS

L'eau de Busqueilles, dont la source jaillit dans les terrains d'alluvions de la région liasique de Saint-Céré, présente, d'après nos résultats analytiques, les caractères d'une eau sulfatée calcique et magnésienne, que l'on pourrait rapprocher à la fois de celles de Vittel (source Hépar), Barbazan et Capvern.

D'un pH voisin de la neutralité, elle a un débit assez abondant (89 litres-minute) et une température sensiblement constante de 16° C. Les valeurs de l'indice de réfraction (1,3338), de la densité (1,0022) et de la résistivité (504 ohms par $cm^2$), qui n'avaient jamais été déterminées, permettront de contrôler d'une manière rapide la constance de composition de cette eau.

La radioactivité s'est révélée peu importante.

L'expérimentation physiologique pratiquée sur des chiens chloralosés nous permet de déduire que l'eau de Busqueilles, ingérée à doses moyennes, provoque une diurèse rapide et abondante, essentiellement aqueuse et secondairement chlorurée et azotée. Cette action diurétique semble relever d'un phénomène humoral. L'hypercalcémie transitoire qui s'installe après son administration témoignerait en faveur de cette hypothèse. L'action laxative, mentionnée dans les observations médicales, résulterait d'une action hyperpéristaltisante sur la muqueuse intestinale due vraisemblablement aux sulfates contenus dans l'eau (49).

Malgré bien des efforts, des essais de captage, la source de Busqueilles coule toujours dans la prairie au pied de la forteresse médiévale de Castelnau, apportant au petit nombre de ses fidèles un soulagement à leurs maux.

Sans prétendre aspirer à la notoriété des grandes stations thermales, elle mériterait, pourvue d'aménagements modernes dont nous souhaitons la réalisation rapide, de voir son renom grandir et franchir les étroites frontières de ce Haut-Quercy si pittoresque.

Vu :

*Le Président de la Thèse.*

BRUSTIER

Vu : *Pour le Doyen,*

*L'assesseur.*

BRUSTIER

Vu et permis d'imprimer : Toulouse, le 28 avril 1951.

*Le Recteur, Président du Conseil de l'Université.*

DOTTIN

# BIBLIOGRAPHIE


(1) Analyses des eaux. — Méthodes et procédés employés par le laboratoire du Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France. Imprimerie administrative, M 855, E, n° 152. — Melun, 1913.

(2) Astre G. — Les régimes hydrogéologiques du département du Lot. Cahors. Imprimerie A. Coueslant, 1945.

(3) Ayroles L. (Dr). — Notes manuscrites sur les Eaux de Busqueilles.

(3) Balagayrie. — Géologie de la commune de Bio. — *Bulletin de la Société des Etudes du Lot*, 1886.

(5) Barruel. — Analyse des Eaux Minérales de Busqueille.

(6) Bergougnioux (Dr). — Documents pour servir à l'histoire des eaux minérales du département du Lot. *La France Médicale*, 25 oct. 1914.

(7) Bressac H. — La vie désabusée de Fr. Maynard. Paris, Les éditions de la Lampe d'Or, 1921.

(8) Cabanes (Dr). — Les indiscrétions de l'histoire. 2e série, Paris, Albin Michel.

(9) Cadiergues (Dr). — Lacapelle-Marival : Ses eaux minérales et leur valeur thérapeutique, 1901.

(10) Chambre (de). — Eaux minérales dans : *Encyclopédie des Sciences médicales*, Paris, Masson.

(11) Codex medicamentarius Gallicus, 1866, préface.

(12) Controle des eaux minérales. — Instruction pour les différents prélèvements et analyses d'échantillons. Direction de l'Hygiène et de l'Assistance Publique. Imprimerie administrative, M. 3894. Melun, 1937.

(13) Cribier J. — Recherche et dosage de l'arsenic. Méthode générale. 1934.

(14) Delpon J. A. — Statistique du département du Lot. Cahors-Richard, 1831.

(15) Deniges G., Chelle L. et Labat A. — Précis de chimie analytique, 2 vol., N. Maloine, édit., Paris, 1930.

(16) Dienert F. — Eaux douces et eaux minérales, 1912.

(17) Dujardin-Beaumetz. — Dictionnaire thérapeutique des Eaux minérales, 1887.

(18) Durand-Fardel. — Traité thérapeutique des Eaux minérales, 1857.

(19) Drouet Ch. — Lettres de Fr. Maynard, Paris. Champion, 1909.

(20) Eau de Busqueilles. — *Bulletin de la Société des Etudes du Lot*. B. q. y. 626.

(21) Eaux minérales du Lot. — Service des Mines du Lot.

(22) Fleury E. — Précis d'Hydrologie. Deuxième partie, 1907. Desforges, édit., Paris.

(23) Franc Ch. (Dr). — Etude sur les Eaux minérales de Miers (Lot). Carlsbad français. Sarlat, Michelet, 1901, in-8°, 43 p.

(24) Garola et Braun. — Dosage pondéral de la potasse par le cobaltinitrite de sodium. *Répertoire de pharmacie*, p. 239, d'après les *Annales de Falsifications* de nov.-déc. 1917.

(25) Grautrelet. — Eléments des techniques physiologiques, 1932.

(26) Gay et Gromas. — Monographie agricole du département du Lot. Cahors, Coueslant, 1937.

(27) Greil. — (fonds manuscrits) Bibliothèque municipale, Cahors.

(28) Guyon de Maleville. — Esbats de Guyon de Malleville sur le Pays de Quercy, 1600. *Publication de la Société des Etudes du Lot*, 1900.

(29) Lavedan H. — Castelnau, *Le Gaulois*, 24 sept. 1903.

(30) Lemosy (Abbé). — Les Grottes, *Petit nouvelliste de Cabrerets*, août 1933.

(31) L'eau de Busqueilles à Bretenoux (Lot). — Notice, 1920.

(32) Martel E. A. — Les Abîmes, Paris, Delagrave, 1894.

(33) Maynard (F. de) (Œuvres de). — Chanson-Garisson, tome III, Lemerie, 1878, p. 196.

(34) Meillère (Dr) (Rapport du). — *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 3e série, tome 85. Année 1921, p. 299 et 300.

(35) Montaigne M. — Journal de voyage de Michel Montaigne en Italie par la Suisse et l'Allemagne, 1580-1581.

(36) Moureu Ch. — Chimie et physique des Eaux minérales. Crénothérapie, Climathérapie, Masson, 1910.

(37) Ossian H. — Analyse de l'eau de Lagarde de Bio. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1826, p. 27-36.

(38) Pline. — Histoire naturelle, Livre XXXI, Chapitre XI.

(39) Santenoise, Merklem, Franck, Grandpierre, Vidacovitch. — L'étude physiologique de l'action des eaux minérales, Chap. II : Démonstration expérimentale de l'action des eaux minerales sur l'organisme. *Annales de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie*, tome XVI, fasc. 4 (n. 60) octobre-décembre 1945.

(40) Santenoise, Merklem, Franck, Stankoff et Vidacovitch. — Recherches sur le mode d'action des eaux sulfatées calciques sur la motricité intestinale. Acad. Méd., 30 juillet 1935, *Paris-Médical*, 18 avril 1936.

(41) Tante Basiline. — Légendes Quercinoises, Vertuel, 1929.

(42) Tauzin J. (Dr). — La radioactivité et les eaux thermales radioactives. *Concours-Médical*, oct. 1935.

(43) Teulié H. — La vie en Quercy. Les Sources. *La Petite Gironde*, 24 oct. 1933.

(44) Tisdall-Kramer in Hawk. — Chimie physiologique pratique.

(45) Touplain F. — Analyse des Eaux, 1922.

(46) Vidal L. — Observations météorologiques de la région de Saint-Céré (Années 1923 à 1933).

(47) Viré A. — Le Lot. Paris. Masson, 1907.

(48) Wulf Th. — Die Fadenelektrameter. Diumuler, édit. 1932.

(49) Zuns. — Eléments de pharmacodynamie générale, 1930.

# TABLE DES MATIÈRES


INTRODUCTION ..... 11

PREMIERE PARTIE. — CONDITIONS NATURELLES DES EAUX DE BUSQUEILLES ..... 13

Etude hydrogéologique sommaire du département du Lot 15
Sources minérales du Lot ..... 23
Historique de la source de Busqueilles ..... 27
Situation géographique ..... 35
Situation géologique ..... 39
Situation climatique ..... 43

DEUXIEME PARTIE. — ANALYSES DES EAUX DE BUSQUEILLES ..... 49

Premières analyses des eaux de Busqueilles ..... 51
Analyse de J.-P. BARRUEL ..... 54
Analyse de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines ..... 57
Analyse indiquée dans la notice « L'eau de Busqueilles à Bretenoux (Lot) » ..... 58
Analyse du rapport du Dr MEILLERE ..... 58
Recherches personnelles. Etude chimique ..... 59
Etude physique ..... 67
Etude spectrographique ..... 72
Résultats analytiques ..... 73

TROISIEME PARTIE. ETUDE EXPERIMENTALE DES EAUX DE BUSQUEILLES ..... 75

Observations cliniques ..... 77
Expérimentations ..... 81
Etude de la diurèse ..... 84
Etude des variations du taux de calcémie ..... 106
Interprétation des résultats ..... 108

CONCLUSIONS ..... 111

BIBLIOGRAPHIE ..... 113

# FIGURES


Figure 1. — Carte des régions hydrogéologiques du département du Lot ..... 16
— 2. — Le château de Castelnau-Bretenoux..... 28
— 3. — Portrait du Baron Antoine DUBOIS..... 30
— 4. — Plan du captage de la source de Busqueilles.... 32
— 5. — Carte géographique de la région de Busqueilles. 37
— 6. — Coupe géologique de la région liasique de Busqueilles..... 41
— 7 et 8. — Fac-similés de l'Analyse des Eaux de Busqueilles par J.-P. BARRUEL..... 52, 53
— 9. — Expérience n° 1. — Courbes des pertes de poids 86
— 10. — Expérience n° 2. — Courbes des volumes urinaires..... 87
— 11. — Expérience n° 1. — Courbes des concentrations uréiques urinaires ..... 88
— 12. — Expérience n° 2. — Courbes des pertes de poids 91
— 13. — Expérience n° 2. — Courbes des volumes urinaires..... 92
— 14. — Expérience n° 2. — Courbes des concentrations uréiques urinaires ..... 93
— 15. — Expérience n° 3. — Courbes des pertes de poids 96
— 16. — Expérience n° 3. — Courbes des volumes urinaires..... 97
— 17. — Expérience n° 3. — Courbes des concentrations uréiques urinaires ..... 98
— 18. — Expérience n° 3. — Courbes des concentrations chloruriques ..... 99
— 19. — Expérience n° 4. — Courbes des pertes de poids 102
— 20. — Expérience n° 4. — Courbes des volumes urinaires..... 103
— 21. — Expérience n° 4. — Courbes des concentrations uréiques urinaires ..... 104
— 22. — Expérience n° 4. — Courbes des concentrations chloruriques..... 105
— 23. — Courbes des variations du taux de la calcémie. 107

## QUESTIONS POSÉES PAR LA FACULTÉ

1. — ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE.

2. — IDEES ACTUELLES SUR LA FORMATION DES ANTICORPS.

3. — SPECTROGRAMME DE MASSE.

Imp. du Sud. — 24, rue de Négreneys. — Toulouse.
Dépôt légal n° 20. — Juin 1951.